IMP. INST. ENTOM.
— LIBRARY —
No. 8110

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/journal-of-applied-entomology_1930_16

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
DR. K. ESCHERICH
o. ö. Professor an der Universität München

SECHZEHNTER BAND

MIT 252 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW 11, Hedemannstraße 28 u. 29
1930.

ALLE RECHTE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN.

PRINTED IN GERMANY.

Inhaltsverzeichnis zum sechzehnten Band.

I. Originalaufsätze.

Seite

Arnhart, Dr. Ludwig, Die Latschen-Honigtau liefernde *Lachnus Neubergi* n. spec. (Mit 6 Abbildungen) 392

Bock, Friedrich, Versuche über den Gaswechsel bei Insekten und deren Bedeutung für Fragen der angewandten Entomologie. (Mit 9 Abbildungen) . . 357

Bodenheimer, F. S., Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten. (Mit 5 Abbildungen) 433

Bodenheimer, F. S., Über einige Grundfragen der Insekten-Epidemiologie. Offener Brief an Herrn Kollegen Janisch 606

Friederichs, K., und Steiner, P., Über Nachwirkungen der Begiftung des Kiefernspanners 189

Friederichs, K., Zur Epidemiologie des Kiefernspanners. Ein Programm . . . 197

Fulmek, Dr. L., Weberknecht-Eier *(Phalangiidae)* an Zuckerrüben. (Mit 7 Abb.) 388

Jancke, Dr. Oldwig, Beitrag zur Kenntnis der geflügelten Blutlausweibchen und ihrer Nachkommen. (Mit 42 Abbildungen) 229

Jöhnssen, Alfred, Beiträge zur Entwicklungs- und Ernährungsbiologie einheimischer Coccinelliden unter besonderer Berücksichtigung von *Coccinella septempunctata* L. (Mit 14 Abbildungen) 87

Kleine, R., Beiträge zur Kenntnis der Generationsfrage von *Oscinis frit* L. (Mit 1 Abbildung) 377

Kerenski, Johann, Beobachtungen über die Entwicklung der Eier von *Anisoplia austriaca* Reitt. 178

Körting, August, Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopathogenen Bedeutung einiger an Getreide lebender Thysanopteren. (Mit 22 Abb.) 451

Kunike, Georg, Zur Biologie der kleinen Wachsmotte *Achroea grisella* Fabr. (Mit 25 Abbildungen) 304

Lebedev, A. G., Zur Frage der geographischen Herkunft der Mehlmotte *(Ephestia kühniella* Zell) 597

Lebedev, A. G., und Savenkov, A. N., Einige neue Ergebnisse aus der Biologie und Physiologie des Kieferspinners (*Dendrolimus pini* L.) 159

Lengerken, Hanns von, Über die Artabgrenzung und Modifikabilität der Gemüsewanzen aus der Gattung *Eurydema* Lap. (Mit 11 Abbildungen) . . . 206

Mahdihassan, S., The Probable Occurance of Sex-Reversal among Lac Insects. (with 24 Fig.) 527

Masslow, A. W., Zur Biologie der *Anopheles maculipennis* Mg. 592

Ripper, Walter, *Rhodophaea suavella* Zck. auf Cotoneaster. (Mit 4 Abbildungen) 382

Ripper, Walter, Champignon-Springschwänze. Biologie und Bekämpfung von *Hypogastrura manubrialis* Tullbg. (Mit 18 Abbildungen) 546

Seite

Schwerdtfeger, Dr. F., Untersuchungen über Dauer des Eistadiums, Wachstum und Stoffwechsel des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.) (Mit 5 Abb.) . 513

Sprengel, L., Die Pflaumensägewespen, *Hoplocampa minuta* Christ. und *Hoplocampa flava* L. (Hym. Tenthr.). (Mit 53 Abbildungen) 1

Werneck, Dr. Ing. H. L., Das grünliche Spitzmäuschen *(Apion virens* Hbst.) Neu als verheerender Schädling der Rotkleebestände (Wurzelhals und Herzteil). (Mit 1 Abbildung) 585

II. Verschiedenes.

Die Zukunftsmöglichkeiten der Entomologie. Von Chapman. (Mit 1 Abbildung). 399

Heterozyklische Basen als Nikotin-Ersatzmittel und Prüfung derselben auf ihre Verwendbarkeit als Insektenbekämpfungsmittel. I. Teil. Von G. Höstermann und K. Rülke. (Mit 1 Abbildung) 408

Über den Geschmackssinn der Insekten 413

Über die Aufnahme pflanzlicher Farbstoffe in den Körper von Schmetterlingsraupen 415

Licht und Insektenentwicklung 415

Gründung einer internationalen Vereinigung der Ipidologen 415

III. Personalia.

Karl Eckstein. Von K. Escherich. (Mit 1 Abbildung) 417

Ludwig Rhumbler. Von H. Eidmann, Hann.-Münden. (Mit 1 Abbildung) . . . 419

H. Weber 422

L. Smits van Burgst †. 422

IV. Referate.

Einzelreferate 222

V. Neue Literatur.

Eingesandte Literatur 423

Autorenregister 612

Sachregister 616

Band XVI, Heft 1.

Originalaufsätze.

Die Pflaumensägewespen, Hoplocampa minuta Christ. und Hoplocampa flava L. (Hym. Tenthr.).

Von

L. Sprengel.

Staatliche Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Neustadt a. d. Hdt. (Pfalz.)

(Mit 53 Abbildungen.)

I. Einleitung.

In den letzten Jahren ist in der bayrischen Rheinpfalz die Pflaumensägewespe *Hoplocampa minuta* Christ. außergewöhnlich stark aufgetreten. Der Schädling nahm besonders seit etwa 1926 derart zu, daß in einem großen Gebiet die Wirtschaftlichkeit einer Reihe von obstbautreibenden Gemeinden bedroht war. Der verursachte Ernteausfall hat allein im Bezirk Dürkheim mit einer Gesamtfläche von 23507 ha im Jahre 1928 nach vorsichtiger Schätzung über 1 Million Mark betragen. Eine erfolgreiche Bekämpfung nach modernen Grundsätzen war bis vor kurzem nicht möglich, da über die Biologie der Pflaumensägewespe Unklarheiten herrschten. Infolgedessen erhielt ich im Frühjahr 1927 den staatlichen Sonderauftrag, die Lebensgeschichte des Schädlings eingehend zu studieren und eine wirksame Bekämpfung einzuleiten. Die Weiterführung und der Abschluß der Arbeiten sowie eine umfangreiche Organisation zur Aufklärung der Praxis im Jahre 1929 wurde ermöglicht, nachdem auf eine Eingabe des Kreisverbandes pfälzischer Obstbauvereine hin von dem Bayrischen Ministerium für Landwirtschaft und Arbeit sowie vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft in dankenswerter Weise finanzielle Beihilfen gewährt worden waren.

In der vorliegenden Darstellung werden die im Rahmen der geschilderten Untersuchung gewonnenen Tatsachen über Biologie, Epidemiologie und Bekämpfung mitgeteilt.

Während meiner Studien fand ich, daß außer *H. minuta* Christ noch eine zweite Form, *H. flava* L. als Schädling auftritt. Sie wurde daher in die vorliegende Untersuchung einbezogen. Ihre Biologie stimmt mit derjenigen von *H. minuta* in wesentlichen Zügen überein. Wo Unterschiede bestehen, wie z. B. in der Verbreitung und der Reaktion auf äußere Einflüsse ist dies eingehend hervorgehoben.

Meine Untersuchungen hat der Leiter der zoologischen Abteilung Herr Dr. F. Stellwaag jederzeit gefördert. Außer ihm danke ich Herrn Oberregierungsrat Resch und Herrn Landesinspektor Trenkle vom bayrischen Landwirtschaftsministerium, sowie Herrn Ministerialdirektor Streil und Herrn Oberregierungsrat Schuster vom Reichsernährungsministerium, die mir die Abfassung der vorliegenden Arbeit ermöglichten. Persönlichen Dank schulde ich mehreren Kollegen innerhalb und außerhalb Deutschlands, die mir erbetene Auskünfte bereitwilligst erteilten. Auch Frau Dr. Winter-Buchschlag in Hessen möchte ich für ihr verständnisvolles Eingehen auf meine Wünsche bei der Anfertigung der Zeichnungen danken.

Die Untersuchungen wurden abgeschlossen im September 1929.

II. Bisherige Untersuchungen.

Vorbemerkung: Im folgenden führe ich namentlich und dem Inhalt nach nur diejenigen Arbeiten an, die sich ausführlicher mit Systematik, Biologie und Bekämpfung von *Hoplocampa minuta* bezw. *flava* befassen. Die Veröffentlichungen, welche nur kurze Hinweise enthalten oder nichts wesentlich Neues bringen sowie die Handbücher sind im Literaturverzeichnis enthalten.

Die ersten Angaben über die Biologie von *Hoplocampa minuta* unter der Bezeichnung *Tenthredo morio* fand ich bei Kollar (1837). Hier wird von Schmiedberger folgendes bemerkt:

Die gegen Regen und Kälte sehr empfindlichen schwarzen Wespen mit rotgelben Füßen erscheinen zur Zeit der Baumblüte, nehmen Blütenhonig auf und schreiten nach der Paarung bei schönem Wetter zur Eiablage. Die Eier werden in die Kelchausschnitte abgelegt, indem das Weibchen mit der Legesäge tief in den Ausschnitt hineinsticht, ohne ihn ganz zu durchbohren, und in der Tiefe das Ei zurückläßt. Die Stelle ist äußerlich durch zwei kleine braune Flecke sichtbar. Das Ei ist sehr klein, grünlichweiß und durchsichtig. Die nach einigen Tagen erscheinende Larve hat einen weißlichen Körper, einen schwarzbraunen Kopf, 6 Paar Bauchfüße, 3 Paar Brustfüße und 1 Paar Nachschieber. Sie begibt sich zu der Frucht, wenn diese etwa hanfkorngroß ist und dringt in sie bis zum Kern ein, in dem sie ihren Fraß ausübt. Die Entwicklung dauert 5—6 Wochen. Die befallenen Früchte sind äußerlich durch eine schwärzliche Öffnung, die Kot enthält, kenntlich. Der Kot wird durch den hier ausfließenden Saft verklebt. Die Larve fällt mit der Frucht ab, verläßt diese und geht in die Erde, wo sie sich mit einer Hülle umgibt. Darin bleibt sie bis zum nächsten Frühjahr, wo sie sich verpuppt und schlüpft. — Zur Bekämpfung fängt man die Wespen ab und vernichtet die noch am Baum und auf dem Boden befindlichen Früchte. Letzteres muß tagtäglich geschehen.

Taschenberg fügt 1879 einige Angaben hinzu: Wespe glänzend schwarz, eiförmig mit dicht punktiertem Kopf und Mittelrücken und kurzer, gelblicher Behaarung, Beine rötlich braungelb, nur das dritte Beinpaar bis zu $^2/_3$ der Schenkel schwarz, Fußglieder der 3 Beinpaare oben dunkel angeflogen, Flügel wasserhell, die 9,

ausnahmsweise 10gliedrigen Fühler an den letzten Spitzen mehr oder weniger braun oder sogar lebhaft rot. Länge der Tiere 4,3 mm, Flügelspannung 9 mm. — Das Ei wird an einen der Kelchausschnitte angeklebt. Eientwicklungsdauer bis 14 Tage. Larve 20-füßig mit gelbem Kopf, fein schwarzen Augenpünktchen, von gelblich-weißer Grundfarbe, riecht stark wanzenartig. Die von ihr bewohnte Frucht kenntlich durch ein anhaftendes Kotklümpchen oder eine Harzträne. Wahrscheinlich werden mehrere Früchte aufgesucht. Puppengespinst braun, in der Erde. Verpuppung im nächsten Frühjahr. Eine Generation.

Diese beachtenswerten Beobachtungen Schmiedbergers und Taschenbergs sind die Grundlage aller späteren gewesen und müssen für die damalige Zeit mit ihren mangelhaften Hilfsmitteln als hervorragend bezeichnet werden.

Ritzema Bos (1891) teilt mit, daß es weder ihm noch Snellen van Vollenhofen gelang, Männchen zu züchten. Entwicklung des Eies abhängig von der Witterung. — Zur Bekämpfung Spritzung der Bäume vor der Eiablage mit Hollunderabsud und Umgraben des Bodens 4 cm tief.

Henschel (1895): Eiablage der gelbhörnigen Sägewespe (*H. fulvicornis*) im Blütenkelch. Puppencocon mit Erdteilchen verunreinigt. Verpuppung im März. — Bekämpfung durch Umgraben des Bodens im Herbst.

Rörig (1906): Entwicklungsdauer 7—8 Wochen. Bekämpfung: Hühnereintrieb nach Umgraben des Bodens.

Enslin (1914) legt die systematische Stellung von *Hoplocampa minuta* fest. Die später erschienenen Angaben über *Hoplocampa minuta* in den Handbüchern stützen sich in der Systematik auf Enslin, in der Biologie auf die Feststellungen Schmiedbergers und Taschenbergs. Dabei kommt manches Mißverständnis vor. Schmiedberger spricht von einem Safttropfen an der befallenen Frucht. Später wird daraus eine Harzträne, die durch die gesamte Literatur rollt und auch immer wieder in der einzigen (!) Abbildung erscheint.

Über *Hoplocampa flava* habe ich keine genauen biologischen Angaben ermitteln können. Von Henschel wird sie als *ferruginea* = rostfarbene Kirschsägewespe angegeben. Die Larven sollen sich in unreifen Kirschen entwickeln. Bei Ferrant erscheint *flava* ebenfalls als rostfarbene Kirschsägewespe. Da der Verfasser jedoch mitteilt, sie fliege im Juni und sei besonders auf Rosen zu finden, so muß ein Irrtum vorliegen. Feytaud teilt mit, daß die in Frankreich auftretende *Hoplocampa* von Balbiani und Lichtenstein für *H. ferruginea* (= *flava*) gehalten wurde. Heute stimmen die verschiedenen Autoren darüber überein, daß die Schäden in Frankreich der Art *H. fulvicornis* (= *minuta* Christ) zuzuschreiben sind.

Den angeführten Arbeiten, soweit sie die Biologie betreffen, ist gemeinsam, daß es sich hier um Einzelbeobachtungen im Freiland handelt, die gelegentlich gemacht wurden. Es wird nicht mitgeteilt, wieviel Vergleichsmaterial zur Verfügung stand und ob infolgedessen die einzelnen Angaben auch verallgemeinert werden dürfen. Außerdem fehlen Feststellungen über Verbreitung und Abhängigkeit von Temperatur und anderen physikalischen Faktoren. Die empfohlenen Bekämpfungsmaßnahmen sind unter den jetzigen Verhältnissen im Großbetrieb nicht durchführbar.

Erst in den letzten Jahren hat eine weitere Erforschung der Biologie der Pflaumensägewespe begonnen. In dieser Richtung arbeiteten in Deutschland Werth und Wilhelm, Sprengel, Wilke, in Italien Grandi, in Japan Harukawa und in Rumänien Fintescu. Die Veröffentlichung Harukawa's,[1]) die sich, wie sich nachträglich ergab, auf eine

[1]) Verfasser gibt in einer Fußnote zu seiner Arbeit an, daß seine Vermutung, es handle sich bei der von ihm beschriebenen Art nicht um die gewöhnliche *Hoplocampa minuta*, durch Rohwer bestätigt wurde, der die in Japan an Birnen auftretende *Hoplocampa*-Form als eine neue Spezies unter dem Namen *Hoplocampa pyricola* beschrieben habe.

Abart von *H. minuta*, nämlich auf *H. pyricola* Rohwer bezieht, ist besonders aufschlußreich. Die beiden letztgenannten Arbeiten sind mir erst zugänglich geworden, als ich meine Untersuchungen über die Hauptfragen der Biologie bereits abgeschlossen hatte. Leider konnte ich von derjenigen Fintescu's nur die kurze französische Zusammenfassung einsehen.

Werth und Wilhelm (1927) halten nach Freilandbeobachtungen die Art der Eiablage für ungeklärt und nehmen eine Überwanderung der Larven an. Diese sollen sich an einem Faden zum Boden abspinnen.

Sprengel (April 1928 und Oktober 1928) stellt an Hand eines umfangreichen Zucht- und Freilandmaterials die Eiablage in das Kelchgewebe und die Überwanderung der Larven einwandfrei fest und berichtet über Auftreten und Lebensgewohnheiten der Imagines und Larven in Abhängigkeit von Umweltfaktoren. 3—4 Früchte werden von jeder Larve bewohnt. Die Möglichkeit der chemischen Bekämpfung von Wespen und Larven wird geschildert und eine wirksame Bekämpfung der Praxis empfohlen.

Wilke (1928). Eier und Larven werden beschrieben und die Stärke des Befalles mit den Umweltfaktoren in Beziehung gesetzt. Auf die Entwicklungsdauer von Eiern und Larven wird an Hand von Freilandbeobachtungen eingegangen. Die Larven bewohnen 3—4 Früchte. Über die Bekämpfung spricht der Verfasser Vermutungen aus.

Fintescu (1928). Verf. bringt kurz Morphologie der Imagines und ihr biologisches Verhalten im Freien. Die Eiablage wird geschildert, auf die Entwicklung der Eier und der Larven ist eingegangen. Zwei Früchte werden von der Larve bewohnt. Eine Bekämpfung wird angegeben.

Grandi (1928) schildert das biologische Verhalten der 3 *Hoplocampa*-Spezies: *H. minuta, flava* und *testudinea* an *Prunus*. Die Eiablage erfolgt in das Kelchgewebe die Eientwicklung ist abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit. Fraßgewohnheiten der Larven werden beschrieben, sowie ihre Überwanderung und Bekämpfung. Letztere kann sich auch gegen die Wespen richten.

Stellwaag (1929) fordert die Schaffung einer Organisation zur einheitlichen Bekämpfung der Pflaumensägewespen unter staatlicher Mithilfe.

Sprengel (Februar 1929, März 1929, Juli 1929) schildert das Auftreten der beiden Arten *Hoplocampa minuta* und *flava* als Schädlinge in der bayrischen Rheinpfalz, betont ihre epidemiologische Verschiedenheit, die Notwendigkeit ihrer Bekämpfung und beschreibt die Organisation der Aufklärung in der Praxis.

III. Name.

In der älteren Literatur herrscht über die in Frage kommenden Arten Unsicherheit. André gibt *H. flava* überhaupt nicht an, Konow trennt *flava*, *fulvicornis* und *minuta*. Dalla Torre teilt in seinem Katalog folgende Synonyme mit:

flava (L.) Knw. — ♀♂ — Eur. tota.

Tenthredo flava Linné,
? Tenthredo ferruginea O. F. Müller,
? Tenthredo ruficapilla Gmelin,
Tenthredo glaucopis Rossi,
Lyda flava Fabricius,
Hylotoma ferruginea Fabricius,
Allantus ferrugineus Panzer,
Tenthredo (Allantus) ferrugineus Panzer,
Tenthredo ferruginea Latreille,
Hylotoma simplex Fallén,

Pamphilus flavus Latreille,
Tenthredo (Allantus) brunnea Klug,
Hylotoma ferruginea Klug,
Tenthredo (Selandria) verticata Lepeletier,
Phyllotoma simplex Fallén,
Selandria ferruginea Stephens,
Tenthredo (Hoplocampa) brunnea Hartig,
Hoplocampa ferruginea Thomson,
Hoplocampa apicaris W. F. Kirby,
Hoplocampa brunnea Lichtenstein,
Hoplocampa flava Konow.

fulvicornis (Panz.) Htg. — ♀♂ — Eur. centr.

Tenthredo fulvicornis Panzer,
Allantus fulvicornis Jurine,
Tenthredo (Selandria) parvula Lepeletier,
Selandria fulvicornis Stephens,
Hoplocampa fulvicornis Thomson,
Hoplocampa Fabricii W. F. Kirby.

minuta (Thoms.) Knw.(!) — ♀ Eur.

? Pelmatopus minutus Thoms.
Hoplocampa minuta Konow.

In der vorliegenden Darstellung halte ich mich an die Einteilung Enslins, dem ich auch die Bestimmung meines Materials verdanke. Danach gehören die beiden von mir untersuchten *Hoplocampa*-Spezies zur Familie der Blattwespen oder *Tenthredinidae*, der Ordnung *Hymenoptera* mit folgenden Merkmalen:

Vorderschienen mit wohl entwickelten Endsporen . . . I. Fam. *Tenthredinidae.*
Radialzelle durch Quernerv geteilt, lanzettförmige Zelle nicht gestielt, Basalnerv ist dem ersten rücklaufenden Nerven nicht parallel. IV. Tribus *Hoplocampini.*
Lanzettförmige Zelle im Vorderflügel in der Mitte zusammengezogen. Hinterflügel mit 2 geschlossenen Mittelzellen. Fühler kurz, fadenförmig. Augen von der Basis der Mandibeln entfernt. Clypeus vorn ausgeschnitten. Stirnfeld nicht begrenzt. Vorderflügel mit 4 Cubitalzellen, von denen die dritte meist länger ist als die zweite. Humeralzelle im Hinterflügel lang gestielt. Praesternen vorhanden, bei den dunklen Arten oft undeutlich, Fußklauen mit Subapicalzahn. Larven leben in Früchten. Genotype: *Hoplocampa brevis* Kl. Gattung 1. *Hoplocampa* Htg.

Die basalen 2 Drittel der Vorderflügel grau getrübt, besonders das mittlere Drittel stärker getrübt, so daß hier die Vorderflügel von einer breiten, jedoch unscharf begrenzten, dunklen Querbinde durchzogen erscheinen; das Spitzendrittel der Vorderflügel klar. Mesonotum dicht und fein punktiert, wenig glänzend. Hinterleib samt der Sägescheide ganz bräunlich gelb, höchstens das erste Rückensegment etwas dunkler. Kopf samt den Fühlern und der Thorax braungelb, das Metanotum beim ♂ immer, beim ♀ seltener größtenteils schwarz, außerdem beim ♂ Wische des Mesonotums und oft ein Ocellenfleck schwarz. Geäder der Flügel gelb, die Basis des Stigmas braun. Beine gelb. Länge 4—5 mm.

H. flava L. ♂ ♀ (*ruficapilla* Gmel., *ferruginea* F., *simplex* Fall., *brunnea* Kl., *verticata* Lep., *apicaris* W. F. Kirby).

Kopf, Thorax und Hinterleib ganz schwarz. Fühler des Weibchens hellbraun, die ersten zwei, oder auch die Basis des dritten Gliedes schwarz. Beine hell-braungelb, an den Vorderbeinen die Hüften, oft auch die Trochanteren, an den Mittelbeinen außerdem

die schmale Basis der Schenkel und an den Hinterbeinen die Hüften, Trochanteren und die basale Hälfte der Schenkel schwarz, oft auch die Spitze der Tibien und teilweise die Tarsen verdunkelt. Beim ♂ pflegt die Schwärzung der Beine geringer zu sein als beim ♀, doch sind wenigstens die Hüften immer schwarz. Flügel fast klar, Geäder und Stigma braun, letzteres mit dunklerer Basis. Oberkopf und Mesonotum äußerst fein, aber sehr dicht punktiert, wenig glänzend. Länge 4—5 mm.

Hoplocampa minuta Christ. ♂ ♀ (*fulvicornis* F., *parvula* Lep., *turcarum* Vallot).

Vulgärname.

Pflaumensägewespe, Bohrwurm (Deutschland, Österreich).
Ver Cordonnier, le Ver de la Prune (Frankreich).
Tendredine (Hoplocampa) delle Susine (Italien).
Mouche a-scie des Prunes, Musca fierăstrău a Prunelor (Rumänien).

IV. Nährpflanzen.

Als Nährpflanzen für beide Spezies werden in der Literatur angegeben

für *H. minuta* Christ:

Prunus domestica (Enslin nach Brischke).
Prunus armeniaea (Enslin, Fintescu)[1]).

für *H. flava:*

Prunus avium (Enslin, Konow).
Prunus cerasus (Enslin, Konow, Henschel nach Zaddach und Brischke).
Prunus spinosa (Enslin).

V. Geographische Verbreitung.

Hoplocampa minuta Christ kommt nach Enslin in ganz Mitteleuropa vor.

Als Schädling an den Kultursorten: Pflaume, Zwetschge, Mirabelle und Reineclaude ist sie aus folgenden Ländern bekannt:

Deutschland (Taschenberg 1871, 1879, 1901, Henschel 1885, Kolbe 1901, von Schilling 1902, Rörig 1906, Reh 1913, Jordan 1927, Werth und Wilhelm 1927, Sprengel 1928, 1929, Wilke 1928,
Schweiz (Schneider-Orelli 1911—1916),
Holland (Ritzema Bos 1891, Van Poeteren 1922),
Luxemburg (Ferrant 1911),
Frankreich (Marchal et Foex 1919—1920, Feytaud 1924 und 1928),
England (Theobald 1909),
Italien (Berlese 1924, Grandi 1928),
Österreich (Schmiedberger aus Kollar 1837),
Jugoslavien (Kovačević 1928),
Rumänien (Fintescu 1920 und 1928),
Polen (Woroniecka 1929),

[1]) Fintescu nennt zarzari und caise (unveredelte und veredelte) Aprikosen im Gegensatz zu pruni = Pflaumen. Erstere blühen früher. Diese Mitteilung verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Dr. Knechtel-Bukarest.

Schweden (Tullgren 1912—1916),
Norwegen (Schøyen 1924),
Dänemark (Ferdinandsen und Rostrup 1919, Bovien 1929),
Rußland (OL, J. A. 1914, Shegalow 1928),
Bessarabien (Vitkovsky 1913, Krassilstchick 1915),
Turkestan (Plotnikov 1914).

Hoplocampa flava wird für Edelpflaume in England (Warburton 1926) und für Edelkirsche in Deutschland (Sprengel 1928) als Schädling angegeben. Außerdem ist die Spezies bei Ferrant (1911) für Luxemburg genannt. Wie schon erwähnt wurde (S. 3), handelt es sich offenbar um eine Verwechslung.

VI. Eigene Untersuchungen.

A. Zucht.

a) Allgemeines.

Als Ausgangsmaterial zur Zucht dienten Larven im letzten Entwicklungsstadium. Unter stark befallenen Bäumen hob ich Erde aus, siebte sie durch und schaufelte sie in 20 cm hohe und 45 cm breite und ebenso tiefe, oben offene Holzkästen, deren Fugen gut gedichtet waren. Dann wurden Früchte vom Baum teils uneröffnet, teils aufgeschnitten über die Erde gebreitet. Nachdem die wiederholte Kontrolle ergeben hatte, daß die Larven aus den Früchten in die Erde eingedrungen waren, wurden die Kästen im Freien 25 cm tief in den Boden eingesetzt, so daß sie allseitig mit Erde umgeben waren und den Winter über sich selbst überlassen. Im Frühjahr kamen sie je nach der beabsichtigten Verwendung ins Glashaus oder in einen ungeheizten Raum, wo Temperatur und Luftfeuchtigkeit kontrolliert wurden. Um dann das Schlüpfen vom ersten Anbeginn ab beobachten zu können, deckte ich über die offene Seite jedes Kastens einen zweiten gleichgroßen mit einer Parasitenröhre (Abb. 1). Dann dichtete ich die aneinanderstoßenden Ränder der Kästen mit einem 10 cm breiten Streifen Leucoplast ab. Die Röhren der Kästen wurden mehrmals im Verlauf des Tages auf Zahl und Geschlecht der Imagines untersucht. Ein Teil von ihnen wurde konserviert und zur späteren morphologischen und histologischen Verarbeitung aufbewahrt. Andere untersuchte ich in noch frischem Zustand, um die körperlichen Merkmale zu erkennen.

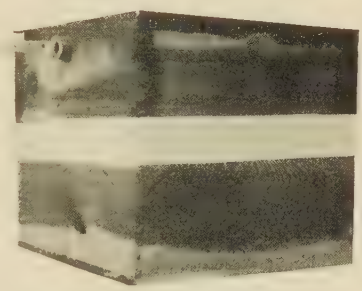


Abb. 1. Zweiteiliger Parasitenkasten.

Zur Feststellung von Einzelheiten über Lebensdauer, Nahrungsaufnahme, Copula und Eiablage setzte ich Tiere zu Blüten in Petrischalen, so daß sie unter der Lupe beobachtet werden konnten. Um Aufschluß zu erhalten über Dauer der Eiablage, Zahl und Entwicklung der Eier und

der damit zusammenhängenden Fragen brachte ich Wespen in verschiedener Anzahl und Gruppierung in 30 cm hohe Glaszylinder, die auf einem starken, weißen, auswechselbaren Karton standen. Ihre obere Öffnung war mit Stoffgaze zugebunden. (Abb. 2.) In den Gazeabschluß schnitt ich eine runde Öffnung von etwa 5 cm Durchmesser, durch die ich die Parasitenröhren mit den geschlüpften Tieren ins Innere der Zylinder ausschüttete. Die Öffnung verschloß ich mit einem Wattepfropf. Im Innern des Glaszylinders waren kleine Zweige mit Blütenknospen und Blüten verschiedener Pflaumen-, Zwetschgen- und Mirabellensorten in schmalhalsigen Fläschchen aufgestellt. Während Eientwicklung und Larvenleben in der ersten Zeit auch an abgeschnittenen Zweigen möglich ist, vermag sich der

Abb. 2. Glaszylinder für die Zucht.

Abb. 3. Drahtgazebeutel für die Zucht.

gesamte Entwicklungsverlauf der Larven nur an ungehemmt weiter wachsenden Pflanzenteilen zu vollziehen. Infolgedessen habe ich den größten Teil der Imagines gleich nach dem Schlüpfen zur Weiterzucht an Bäumen eingebeutelt. Ich benutzte Beutel in verschiedenen Größen, deren Länge und Breite von 0,30 mal 0,10 bis zu 1,5 mal 1,5 m betrug. In der Regel waren die Beutel Drahtgazezylinder, an deren beiden Enden ein gleichbreites Stück Stoffgaze angesetzt war, die das Zubinden ermöglichte. Die aus dichter aber feiner und heller Drahtgaze bestehenden Beutel haben gegenüber solchen aus Stoffgaze mehrere Vorzüge:

1. Sie sind, vorausgesetzt, daß man eine nichtrostende Drahtgaze verwendet oder gewöhnliche Drahtgaze durch Chromol rostsicher gemacht wird, durchsichtig.

2. Ihre Wände stehen immer auch nach starkem Regen genügend weit von Zweig und Blüten ab und diesen ist Entwicklungsmöglichkeit gelassen.

3. Infolge der guten Durchlässigkeit entstehen in ihnen kaum abnorme Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse, wie dies in Stoffgazebeutel häufig der Fall ist.

Ich brachte die Beutel an große Bäume, indem ich sie über die Äste zog und an beiden Enden die Stoffgaze um den Ast zusammengerafft festband. (Abb. 3.) Daneben beutelte ich im Freien und im Glashaus kleine 2—5jährige Bäumchen von etwa 2 m Höhe vollständig ein. Nähert sich die Larvenentwicklung ihrem Ende, so entfernt man die Beutel, damit die erwachsenen Larven die Früchte verlassen und den Boden aufsuchen können.

b) Besondere Untersuchungsmethoden.

An die eben geschilderten Zuchtmethoden füge ich hier noch kurz an, in welcher Weise Freilandbeobachtungen angestellt wurden.

Puppencocons erhielt ich durch Untersuchung der Erde aus befallenen Gebieten, indem ich in verschiedener Entfernung vom Stamm einzelne Proben bis ca. 9 kg entnahm. Die Erde bleibt zweckmäßig eine Zeitlang in offenen Kisten stehen und wird regelmäßig befeuchtet, so daß sie gleichmäßig locker und möglichst feinkörnig ist, was das mühsame Durchsieben und Herausfinden der Cocons ganz wesentlich erleichtert. Um Aufschluß darüber zu gewinnen, in welcher Bodentiefe im Freien die Cocons lagern, grub ich zur Zeit der letzten Überwanderung der Larven die obenerwähnten Kisten an verschiedenen Stellen in den Boden ein, veranlaßte die Larven sich darin zu verpuppen, markierte die gesamte Erdschicht in 3 Lagen und hob diese nacheinander mit dem Spatel ab. Hierbei sei bemerkt, daß ich auf diese Art innerhalb der Zucht 2459 Puppencocons erhielt.

Zur Feststellung des Schlüpfens und der Beobachtung des Fluges kam zur Anwendung:

1. Abfangen durch Fangvorrichtungen,
2. Ködern unter Ausnutzung bestimmter Reizbeantwortungen.

1. Abfangen der Imagines.

1. Ich grub die auf S. 7 geschilderten Parasitenkästen an verschiedenen Stellen unter den Bäumen 15 cm tief derart ein, daß die Öffnung der Erde zugekehrt war. Die im Kastenbereich schlüpfenden Wespen sammelten sich in den Parasitenröhren.

2. Ich bespannte quadratische Holzrahmen von 10 cm Leistenbreite und 57 cm Durchmesser mit Pergamentpapier, das ich mit Raupenleim bestrich. Nachdem der Boden an einigen Stellen geebnet war, wurden die Rahmen so gelegt und eingedrückt, daß die geleimte Seite sich der Erde zukehrte. Die im Bereich des Holzrahmens schlüpfenden Wespen blieben beim Versuch aufzufliegen am Leimpapier hängen.

3. Unter den Bäumen wurden weiße Tücher ausgelegt und an den Rändern allseitig mit Steinen beschwert. An der Unterseite sammelten sich die Wespen an.

4. Die größeren Äste der Bäume wurden erschüttert und die abfallenden Wespen im Klopfschirm aufgefangen.

2. Anlockung der Imagines.

Zur Anlockung wurden flüssige und halbflüssige Stoffe verwendet. Es waren Fangköder und Giftköder.

Die Fangköder bestanden aus gärenden Obstsäften oder Resten von stichigem Wein, denen noch Bienenhonig, Rohrzucker oder Melasse zugesetzt worden war. Die Giftköder enthielten neben Bienenhonig einerseits wasserlösliche Arsenverbindungen (Natriumsalze) andererseits Fluorverbindungen, zum Teil mit einem Zusatz von Glyzerin. Die Anbringung der Köder war verschieden. Die Flüssigkeiten wurden in $^1/_2$ l Gläser mit weiter Öffnung gefüllt und diese in verschiedener Höhe der Bäume unter Berück-

sichtigung der Licht- und Windseite aufgehängt. Um zu verhindern, daß sie durch den Regen aufgefüllt oder durch hineinfallende Blätter verunreinigt wurden, hatte ich sie mit einfachen Schutzdächern aus Zinkblech versehen, die die Glasränder überragten. (Abb. 4) Diejenigen Gläser, die Arsen- und Fluorverbindungen enthielten, waren mit Stoffgaze abgeschlossen, deren Maschen Bienen den Zutritt nicht gestatteten, während die Blattwespen durch sie hindurch an die Flüssigkeit gelangen konnten. In andern Fällen tränkte ich Schwämme mit den Köderstoffen und hing sie in Drahtgazehäuschen von 20 cm Seitenfläche (Abb. 5) unter den Bäumen auf. Auch hier wurde durch die Auswahl der Maschengröße den Bienen der Zugang zu den Giftködern unmöglich gemacht.

In den Parasitenröhren der eingegrabenen Kästen, an der Unterseite des Leimpapiers und der Tücher, fingen sich die Imagines unmittelbar nach dem Schlüpfen. Die Köder verschiedener Art wurden erst später beim Flug aufgesucht. Infolgedessen war die Zahl der auf die erste Art festgestellten Tiere durchschnittlich am größten. Ich habe daher zur Feststellung der Flugzeit ausschließlich das Abfangen an Tüchern und Abklopfen für am günstigsten gefunden. Voraussetzung für die Verwendbarkeit der damit gewonnenen Zahlen ist natürlich, daß diese Fänge fortlaufend unter gleichen Bedingungen und zur gleichen Stunde stattfinden. Weiter ist wichtig, daß unbedingt der erste Schlüpf-

Abb. 4. Köderglas mit Zinkblechdach.

Abb. 5. Drahtgazehäuschen mit Ködeischwamm.

termin erfaßt wird, was möglich ist, wenn man die Tücher schon auslegt, sobald die Verpuppung im Frühjahr begonnen hat. Ein willkürliches Sammeln der Wespen, wenn sie zufällig einmal aufgefallen sind, kann zu ganz irrigen Anschauungen über die Flugzeit führen und die Bekämpfungsmaßnahmen gefährden. Die in Tabelle 7 S. 21 enthaltenen Angaben sind auf die geschilderte Weise ermittelt worden.

Auch über die während des Schlüpfens benutzten Apparate zur Aufzeichnung meteorologischer Werte seien hier einige Angaben gemacht. Im Laboratorium und Glashaus standen mir zwei Temperatur und Feuchtigkeit registrierende Apparate der Firma Fueß zur Verfügung. Die Erdtemperatur bei den Versuchen im Freien wurde durch zwei Erdthermometer in Metallhülsen, die in einer geringen Entfernung voneinander 10 und 20 cm tief in die Erde eingesteckt waren, kontrolliert. Die im gleichen Versuch benutzten Sixthermometer, von denen ich in Tabelle 6 nur die Werte der 5,50 cm und 200 cm von der Erdoberfläche aufgestellten bringe, sind vollkommen frei aufgestellte Thermometer, die eine stärkere Ein- und Ausstrahlung haben, als die im Wetterhäuschen befindlichen. Die Extreme sind also hier größer, und die erhaltenen Werte entsprechen mehr den natürlichen Verhältnissen.

Die übrigen in den Tabellen enthaltenen Angaben entnehme ich den Aufzeichnungen der Wetterwarten II. Ordnung Neustadt a. d. Hdt. und Bad Dürkheim.

3. Kontrolle der Eiablage und des Larvenbefalles.

Ich entnahm fortlaufend Tag für Tag in den gleichen Anlagen und Sorten eine bestimmte Anzahl Blüten resp. Fruchtknoten, untersuchte sie und zeichnete den Befund

Tabelle 1.
Untersuchungen über Eiablage.

Ort: Freinsheim, Lage Hahnen.
Sorte: Spilling.
Bemerkungen: Blütebeginn am 30. April 1929.

Datum der Entnahme	Blüte Nr.	Knospe Nr.	Eine Eiablage	Mehrere Eiablagen	Eiablage am Kelch	Eiablage außen am Kelchzipfel	Eiablage innen am Kelchzipfel	Ränder deutlich, geringe Verfärbung	Ränder undeutlich, ausgedehnte Verfärbung
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. 5. 29	195	—	—	—	—	—	—	—	—
	196	—	+	—	—	—	—	+	—
	197	—	+	—	—	+	—	—	+
	198	—	+	—	—	—	—	+	—
	199—200	—	—	—	—	—	—	—	—
7. 5. 29	201	—	—	—	—	—	—	—	—
	202	—	+	—	+	—	—	+	—
	203	—	+	—	+	—	—	—	—
	204	—	—	—	—	—	—	—	—
	205	—	+	—	—	+	—	+	—
	206—208	—	—	—	—	—	—	—	—
	209	—	+	—	—	+	—	—	+
	210	—	—	—	—	+	—	+	—
	211—214	—	—	—	—	—	—	—	—
	215	—	+	—	—	+	—	—	+
	216—217	—	—	—	—	—	—	—	—
	218	—	+	—	—	+	—	+	—
	219	—	+	—	—	+	—	+	—
	220—223	—	—	—	—	—	—	—	—
	224	—	+	—	+	—	—	+	—
	225—228	—	—	—	—	—	—	—	—
	229	—	+	—	—	+	—	+	
	230—234	—	—	—	—	—	—	—	—
	235	—	+	—	—	+	—	+	—
	236—238	—	—	—	—	—	—	—	—
	239	—	+	—	+	—	—	+	—
	240	—	—	—	—	—	—	—	—
	241	—	+	—	—	+	—	+	—
	242	—	+	—	—	+	—	—	+
	243—245	—	—	—	—	—	—	—	—
	246	—	+	—	—	+	—	—	+
	247—248	—	—	—	—	—	—	—	—
	249	—	+	—	+	—	—	+	—
	250	—	—	—	—	—	—	—	—

in Protokollen auf. Es ist unmöglich, sämtliche Protokolle hier anzuführen, ich möchte aber einige bringen, um zu zeigen nach welchen Gesichtspunkten die Untersuchung vorgenommen wurde.

Die vorstehende Aufzeichnung gibt z. B. Aufschluß über Zahl, Ort und Eiablagen am 5. und 6. Mai 1929. Das Resultat wird jeweils mit + oder — bezeichnet, um den Überblick zu erleichtern.

Aus den Aufzeichnungen geht hervor: An allen belegten Blüten ist nur je eine Eiablage vorhanden. Es befinden sich 6 Ablagen am Kelch, 12 Ablagen außen an den Kelchzipfeln. Innen an den Kelchzipfeln kommen keine Ablagen vor. Von den Ablagen zeigen 13 geringe Verfärbung des Gewebes und deutlich markierte Ränder, sie sind mithin jüngeren Datums. 5 Eiablagen zeigen undeutliche Ränder, die Verfärbung des Gewebes ist weiter ausgedehnt, es handelte sich also um ältere Ablagen.

Die folgende Tabelle ist dem Protokoll über das Vorhandensein der ersten Larvenstadien entnommen und gibt Aufschluß darüber, ob und wie der Fruchtknoten angegriffen wurde.

Tabelle 2.

Untersuchungen über Befall der Larve im 1. Stadium.

Ort: Speyer, Mirabellenanlage am Wald.

Sorte: Nancy.

Bemerkungen: Blüten noch nicht gereinigt.

Datum der Entnahme	Blüte Nr.	Eiablage am Kelch oder Kelchblatt	Fruchtknoten				Fraßstellen oder Löcher schwarz verfärbt	Kotklumpen oben am Bohrloch	Larve am Bohrloch	Larve außerhalb
			angefressen	angebohrt	an einer Stelle angebohrt	an mehreren Stellen angebohrt				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13. 5. 29	1—4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	+	+	—	+	—	—	—
	6—15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	+	—	+	—	+	+	—	—
	17—22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	23	—	+	—	+	—	—	—	—	—
	24—27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	—	+	—	+	—	—	—	—	—
	29—33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	34	—	+	—	—	+	—	—	—	—
	35—38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	39	—	+	—	+	—	+	—	—	—
	40—48	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	49	—	+	—	+	—	+	—	—	—
	50	—	—	—	+	—	—	—	—	—

Die nächste Tabelle 3 stammt aus dem Protokoll über Larvenbefall und erfaßt folgende Gesichtspunkte: Größe der Frucht, Zahl der Löcher, Larve mit dunklem oder hellem Kopf, Zustand der Larve, Beweglichkeit und Aussehen, Verfärbung, Verkrümmung, Zustand des Kernes.

Tabelle 3.

Untersuchungen über Befall durch ältere Larven.

Ort: Freinsheim, Lage Hahnen.
Sorte: Mirabelle Flottow. Bemerkung: 0

Datum	Frucht Nr.	Größe der Frucht in cm	Zahl der Löcher	Larve im Innern	Larve mit schwarz. Kopf	Larve mit gelbem Kopf	Bei Berührung sehr beweglich	Bei Berührung wenig beweglich	Haut der Larve prall	Haut der Larve schlaff	Larve verfärbt	Larve gekrümmt	Kern völlig erhalten	Kern teilw. aufgezehrt	Kern völlig aufgezehrt	Larve lebend	Larve tot
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5.6.29	451	1,4	1	+	–	+	+	–	+	–	–	–	–	+	–	+	–
	452	1	1	+	–	+	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	+
	453	1	1	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	+
	454	1,4	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	455	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	456	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	457	1	2	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	+
	458	1,5	1	+	–	+	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	+
	459	1,2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
	460	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	461	1	2	+	–	–	–	–	–	+	+	–	–	+	–	–	+
	462	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	463	1,3	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	464	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
	465	1,5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	466	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	467	1,2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	468	1	1	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	+
	469	1,3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	470	1,4	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	471	1,2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	472	1,5	2	+	–	+	+	–	+	–	–	–	+	–	–	+	–
	473	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	474	1,2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	475	1,3	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	476	1,1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	477	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	478	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	479	1,2	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	480	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	481	1,1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	482	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	483	1,2	3	+	–	+	–	+	+	–	+	–	–	+	–	+	–
	484	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	485	1	2	+	–	+	–	–	–	+	–	+	–	–	+	–	+
	486	1	3	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	–	+	–	+
	487	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	488	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	489	1,2	2	+	–	+	–	–	+	–	–	+	–	–	+	–	+
	490	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	491	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	492	1,4	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	493	1,1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	494	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
	495	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	496	1,3	1	+	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	+	+	–
	497	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	498	1,2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
	499	1,5	1	+	–	+	–	+	+	–	–	+	–	+	–	+	–
	500	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–

B. Imagines.

a) Morphologie.

Die äußeren Kennzeichen der Imago von *Hoplocampa minuta* Abb. 6 und 7 und *Hoplocampa flava* Abb. 8 und 9 sind durch Enslin genügend bekannt. Im folgenden beschränke ich mich auf einige Befunde an beiden Arten und auf Feststellung verschiedener Merkmale der Geschlechter:

Abb. 6. *Hoplocampa minuta* Christ. ♂ (6,5×).

Abb. 7. *Hoplocampa minuta* Christ. ♀ (6,5×).

Abb. 8. *Hoplocampa flava* L. ♂ (6,5×).

Abb. 9. *Hoplocampa flava* L. ♀ (6,5×).

Die Weibchen sind im allgemeinen plumper als die Männchen, trotzdem die Körperlänge (Stirn bis Hinterleibsende) nur gering variiert. Als Durchschnittslänge von *H. minuta* fand ich für die Weibchen 0,5 cm, für die Männchen 0,4 cm, von *H. flava* für die Weibchen 0,5 bis 0,6 cm, für die Männchen 0,4—0,5 cm. Dagegen ist der Hinterleib der

Weibchen jeweils um etwa 0,04—0,05 cm breiter als derjenige der Männchen. Bei letzteren sind auch kleinere Maße für Kopf- und Thoraxbreite zu verzeichnen. Die Unterschiede der Geschlechter innerhalb der beiden Spezies sind außer durch die Farbunterschiede auch in der Form des Hinterleibes gegeben. Die Männchen beider Arten weisen auf der Dorsalseite an Stelle der deutlich abgegrenzten letzten Segmente eine glatte Platte auf. Besser als die Beschreibung geben darüber die Abb. 10, 11, 12 und 13 Aufschluß.

An den Sägescheiden der Weibchen habe ich in der Zähnelung Unterschiede gefunden, die aus den Abb. 14 und 15 hervorgehen.

Abb. 10. Hinterleibsende von *H. minuta* ♀. Ventralansicht (20 ×).

Abb. 11. Hinterleibsende von *H. flava* ♀. Ventralansicht (20 ×).

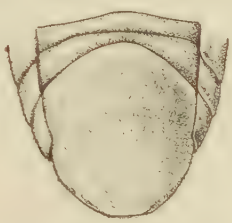


Abb. 12. Hinterleibsende von *H. flava* ♂. Ventralansicht (20 ×).

Abb. 13. Hinterleibsende von *H. flava* ♂. Dorsalansicht (20 ×).

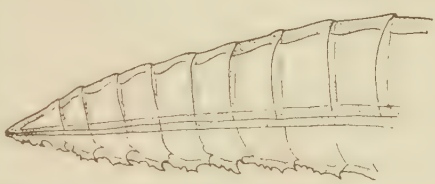


Abb. 14. Säge von *H. minuta*, Lateralansicht (100 ×).

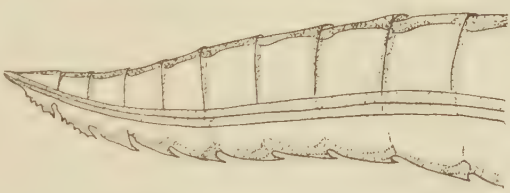


Abb. 15. Säge von *H. flava*, Lateralansicht (100 ×).

b) Biologie.

1. Auftreten der Imagines.

Das jahreszeitliche Erscheinen der Sägewespen fällt je nach der klimatischen Lage der Befallsgebiete in die Monate April oder Mai. Die Schlüpftage sind weitgehend von der örtlichen Witterung abhängig.

Über diese Verhältnisse liegen in der älteren Literatur keine exakten Feststellungen vor. Die Verfasser beschränken sich auf die Bemerkung, daß die Wespen erscheinen, sobald sich die Blüten öffnen. Von den neueren Autoren machte zuerst Fintescu Angaben über Temperatur und Feuchtigkeit während der Flugzeit der im Freien beob-

achteten Imagines. Er sammelte am 15. April 1914 in der Gegend von Jasmy (Rumänien) *Hoplocampa minuta* Christ aus Blüten von veredelten *Prunus armenica*.

Die Temperaturen betrugen 10—15° C am Morgen, 10—18° am Abend und 27—32° während der Mittagszeit von 12—2 Uhr. Vom 8. April ab waren keine Regenfälle mehr zu verzeichnen, Sonnenschein wechselte mit leichter Bewölkung.

Im Jahre 1916 schwankten die dem Schlüpfen vorausgehenden Höchsttemperaturen zwischen 20 und 30° C.

Nach Wilke flogen die Sägewespen in den letzten April- und Maitagen 1928 zahlreicher. „Vom 5. Mai ab ließ der Flug erheblich nach, vom 29. April bis 2. Mai lag das Temperaturtagesmittel um 20° C, vom 3. bis 6. Mai um 12°, vom 8. Mai ab sank die Temperatur noch tiefer und erreichte am 10. Mai 3,6° den größten Tiefstand. Niederschläge fehlten bis einschließlich 9. Mai ganz."

Um über Abhängigkeit der Schlüpfzeit von den Außenfaktoren Anhaltspunkte zu gewinnen, ließ ich im Freien überwinterte Tiere draußen und im Laboratorium schlüpfen und kontrollierte dabei Temperatur und Feuchtigkeit.

Die Ergebnisse sind in drei Tabellen niedergelegt, die ich hier folgen lasse.

Tabelle 4.

Schlüpfdaten für *Hoplocampa flava* 1928.

Ort der Beobachtung: Laboratorium (Zucht).

Datum	Höchste Temperatur in C°	Höchste relative Feuchtigkeit in %	Niederste Temperatur in C°	Niederste relative Feuchtigkeit in %	Zahl der geschl. Wespen (*H. flava*) ♀♀	♂♂
1. 4. 28	8,0	95	7,0	73	—	—
2. 4. 28	15,0	88	9 0	55	—	—
3. 4. 28	19,5	57	13,5	48	—	—
4. 4. 28	22,5	56	13,5	44	21	8
5. 4. 28	34,0	54	14,0	22	42	18
6. 4. 28	26,0	58	14,5	39	139	59
7. 4. 28	29 5	64	11,5	30	17	5
8. 4. 28	25,0	57	12,0	38	47	11
9. 4. 28	30,0	64	12,0	33	96	13
10 4. 28	33,0	68	13,0	34	.	.
11. 4. 28	28,0	67	15,0	44	9	5
12. 4. 28	23,0	70	15,0	50	.	.
13. 4. 28	31,0	66	14,0	31		
14. 4. 28	19,0	68	14,0	63		
15. 4. 28	32,5	77	12,5	37		

Aus der Tabelle geht folgendes hervor:

Das Schlüpfen der Imagines beginnt am 3. April und ist am 11. April beendet. Während dieser Zeit liegt die höchste Temperatur um 20—30° C, die tiefste um 13° C, die höchste relative Feuchtigkeit geht nicht über 68 % hinaus und sinkt nicht tiefer als 44 %. Der Flug beginnt bei 21° C und erreicht am 3. Tag nach einer Vortagstemperatur von 20° C seine stärkste Höhe (139 ♀♀, 59 ♂♂), um am 9. April bei

Tabelle 5.

Schlüpfdaten für *H. minuta* 1929.

Ort der Beobachtung: Laboratorium (Zucht).

Datum	Höchste Temperatur in C°	Höchste relative Feuchtigkeit	Niederste Temperatur in C°	Niederste relative Feuchtigkeit	Zahl der geschl. Tiere *Hoploc. minuta* ♀♀	♂♂
13. 3. 29	16,0	68	1,8	61	—	—
14. 3. 29	21,5	72	10,0	59	—	—
15. 3. 29	22,0	89	10,5	56	—	—
16. 3. 29	29,5	67	11,0	54	—	—
17. 3. 29	29,0	67	11,0	55	—	—
18. 3. 29	32,0	61	10,0	53	—	—
19. 3. 29	29,5	65	13,0	53	—	—
20. 3. 29	24,5	66	14,0	54	—	—
21. 3. 29	23,5	66	14,0	53	—	—
22. 3. 29	21,5	75	16,0	64	—	—
23. 3. 29	14,0	85	13,0	74	—	—
24. 3. 29	14,0	85	12,4	79	—	—
25. 3. 29	13,0	82	10,0	71	—	—
26. 3. 29	14,0	83	10,5	76	—	—
27. 3. 29	13,5	83	11,8	73	—	—
28. 3. 29	14,0	87	11,5	80	—	—
29. 3. 29	15,0	85	11,5	78	—	—
30. 3. 29	13,0	85	11,0	79	—	—
31. 3. 29	13,5	83	11,0	78	—	—
1. 4. 29	11,5	80	11,0	75	50	16
2. 4. 29	11,0	81	10,0	77	—	—
3. 4. 29	9,0	78	7,0	74	—	—
4. 4. 29	10,5	75	5,5	72	—	—
5. 4. 29	9,5	82	6,0	74	—	—
6. 4. 29	5,5	80	4,0	73	—	—
7. 4. 29	7,5	78	4,0	74	—	—
8. 4. 29	9,5	88	7,0	80	—	—
9. 4. 29	16,0	96	9,0	74	—	—
10. 4. 29	13,0	80	11,0	73	—	—
11. 4. 29	12,0	82	9,6	77	2	—
12. 4. 29	15,0	88	10,0	79	—	—
13. 4. 29	14,0	83	11,0	77	—	—
14. 4. 29	11,5	80	9,0	76	—	—
15. 4. 29	11,0	80	8,5	76	5	3
					57	19

30 ° C nochmals anzuwachsen (96 ♀♀ 13 ♂♂). Am 11. April 1929 ist er bei 28 ° C beendet.

Männchen und Weibchen erscheinen gleichzeitig und sind bis Ende des Fluges vorhanden.

Für das Schlüpfen ergibt sich also Folgendes:

1. Höchsttemperaturen von 20—30 ° C,
2. Größere Temperaturschwankungen zwischen Maximum und Minimum (11—34 ° C),
3. Feuchtigkeitsdifferenzen von 32 %.

Das Schlüpfen begann am 2. April 1929 morgens, nach einer Höchsttemperatur von 11,5 ° C und einer Mindesttemperatur von 11,0 ° C des vorhergehenden Tages. Nach dem 2. April setzte eine längere Pause von 8 Tagen ein, in denen bedeutend niedere Temperaturen herrschten. Am 11. April folgen 2 und am 15. April nochmals 8 Wespen. Auffällig ist, daß trotzdem in der Zeit vom 14. März bis 2. April in der die Höchsttemperaturen außergewöhnlich hoch waren, ja vom 14. bis zum 23. März nahezu das Doppelte der nachfolgenden Temperatur-Maxima betrugen, keine Wespen schlüpften.

In der achttägigen Pause im Schlüpfen vom 3. bis 10. April fällt die Temperatur. Die Maxima liegen bei nur 5—10 ° C. Erst nach Einsetzen von 16 und 13 ° C erscheinen am 11. April wiederum Wespen. Vom 13. bis 22. März ist die relative Feuchtigkeit geringer als in den Tagen vom 22. März bis 1. April, die dem Schlüpfen vorausgehen. Nach dem 2. April nimmt die Luftfeuchtigkeit ab, um am 9. April beträchtlich anzusteigen. Vom 10. April ab, dem Tag vor dem zweiten Schlüpftermin, sinkt sie nicht mehr unter durchschnittlich 78 %.

Beide Geschlechter erscheinen gleichzeitig und sind am letzten Flugtag beide vertreten.

Nach der vorstehenden Tabelle 5 waren für das Schlüpfen bezeichnend:

1. Geringe Differenzen zwischen Temperaturmaximum und -minimum,
2. Temperatur-Maxima von etwa 11—13 ° C,
3. Eine durchschnittliche relative Feuchtigkeit von etwa 78 %.

Aus der nebenstehenden Tabelle 6 geht hervor:

Das Schlüpfen begann am 15. April 1929 und erstreckt sich auf 8 Tage. Eine Unterbrechung des Fluges findet nur am 16. April statt. Die während der Schlüpfzeit ermittelten Erdtemperaturen liegen in der Tiefe von 20 cm zwischen 4,6 ° C und 10,4 ° C, in der Tiefe von 10 cm zwischen 8,3 ° C und 15,8 ° C. Die niedersten Werte 4,6 (I) und 6,9 (II) gehen dem Tag voraus, an dem kein Schlüpfen stattfand (16. April).

Die Temperaturen des 5 cm über der Erdoberfläche angebrachten Thermometers differieren gegenüber dem in einem Abstand von 50 cm vom Boden aufgestellten stärker als dessen Temperaturen und die des 200 cm hochstehenden. Die dem ersten Schlüpftag vorausgehende Temperatur bewegte sich bei den drei Thermometern im Maximum zwischen 13,2 und 12,7 ° C, im Minimum zwischen —3.1 und + 1,9 ° C. Im Verlauf der ganzen Schlüpfperiode lagen die Maxima nicht höher als 25,8 ° C und nicht unter 11,8 ° C. Die Minima bewegten sich zwischen

Tabelle 6.[1])

Schlüpfdaten von *H. flava* und Witterung, 1929.

Ort der Beobachtung: Versuchsfeld Böhl, Neustadt a. d. H.
Zeit der Ablesung: 9h Vormittag.

Datum	Erdthermometer I. Tiefe 20 cm	Erdthermometer II. Tiefe 10 cm	Sixthermometer: Entfernung vom Boden 5 cm Max.	5 cm Min.	50 cm Max.	50 cm Min.	200 cm Max.	200 cm Min.	Mittl. Luftfeuchtigkeit in %	Regenmenge in mm	Sonnenscheindauer i. Std.	Zahl der geschl. Wespen *H. flava* ♀♀	♂♂
1929													
1. 4.	5,2	5,2	16,0	4,5	15,8	4,6	15,5	4,3	61,7	—	3,30	—	—
2. 4.	4,2	4,6	13,6	1,2	13,6	1,0	12,1	0,4	77,3	3,6	5,30	—	—
3. 4.	3,3	3,5	10,9	1,9	10,2	1,7	10,1	1,4	65,0	2,2	1,30	—	—
4. 4.	1,8	2,6	6,6	— 6,7	5,9	— 6,4	5,8	— 5,7	80,3	1,0	5,45	—	—
5. 4.	1,8	1,3	7,5	— 3,4	6,7	— 3,1	6,4	— 2 4	83 3	0,3	—	—	—
6. 4.	1,3	1,4	3,7	— 6,9	3,0	— 6,3	1,1	— 5,6	80,3	7,6	9,00	—	—
7. 4.	1,2	2,8	8,8	— 4,8	7,8	— 9,7	6,8	— 2.5	77,0	—	2,00	—	—
8. 4.	4,5	5,0	11,9	4,2	10.2	4,1	9,8	4,2	77,0	—	—	—	—
9. 4.	7,0	11,6	13,0	4,8	11,8	4,6	11,9	4,3	66,0	—	5,00	—	—
10. 4.	6,4	7,1	17,8	3,9	15,8	3,8	15,5	3,8	67,7	1,1	2,45	—	—
11. 4.	6,2	9,0	13,1	3,1	13,1	3,0	13,5	2,6	84,3	0,7	4,45	—	—
12. 4.	5,8	5,1	18,0	3,7	17,0	3,3	16,4	3,1	85,3	2,7	1,15	—	—
13. 4.	6,6	7,3	14,9	4,1	14,0	3,8	14,1	3,5	75,3	13,8	3,30	—	—
14. 4.	5,9	9,5	13,2	— 3,1	12,7	— 2,8	12,3	1,9	82,7	—	6,15	—	—
15. 4.	4,6	6,9	13,5	— 3,2	11,8	— 2,8	11,9	— 2,1	78,3	0,6	3,00	3	2
16. 4.	6,8	10,0	12,8	2,0	14,5	1,8	14,3	2,0	81,7	—	1,30	—	—
17. 4.	6,4	10,1	15,0	— 1,3	14,3	— 0,9	14,4	0.7	60,0	3,7	12,15	3	2
18. 4.	6,6	13,0	14,8	— 2,1	16,7	— 1,8	17,2	— 1,1	50,0	—	12,00	2	1
19. 4.	8.0	15,8	16,5	— 1,3	20,9	0,8	20,7	0.9	44.3	—	12,15	13	4
20. 4	10,4	13,8	21,0	7,7	24,6	7,8	24,3	8,7	61,7	—	0,30	2	1
21. 4	7,6	11,4	25,8	3,0	22,3	2,8	23,4	1,3	44,0	0,6	12,15	3	1
22. 4.	5,6	8,3	22.0	— 3,0	12,9	— 2,0	12,5	— 1,7	40,7	—	12 45	4	1
23. 4.	5,7	12,0	14,3	— 5,0	12,9	— 2,1	12,9	— 3,5	45,0	—	9,30	—	—
24. 4.	7,3	13,2	16,8	— 2.0	16,3	— 1,5	16,3	0,3	47.0	1,3	12,00	—	—
25. 4	6,8	10,0	17,3	1,9	14,9	2,0	14,3	1,6	55,7	—	6,45	—	—
26. 4.	6,6	12,2	15,6	— 2,7	13,8	— 2,3	13,9	1,4	53,0	—	11,15	—	—
27. 4.	9,0	9,8	17,0	4,0	15,9	3,8	16,4	3.6	53,7	—	—	—	—
28. 4.	—	—	19,4	2,0	17,5	1,9	17,1	2,1	49,7	—	10,45	—	—
29. 4.	11,4	12,4	23,0	8,9	21,5	8,8	21,4	8,6	67,0	—	4,30	—	—
30. 4.	10,9	11,8	23,0	3,9	21,9	3,7	21,4	3,6	75,3	—	5,00	—	—

+ 2 und — 3,2 ° C. Das nur 5 cm über der Erdoberfläche angebrachte Thermometer zeigt dabei die größten Schwankungen.

[1]) Die in Tabelle 6 angegebenen Werte der Sixthermometer wurden mir von Herrn Dr. Kirchner von unserer Anstalt dankenswerterweise berechnet. — Die Angaben für Luftfeuchtigkeit, Regenmenge und Sonnenscheindauer entnehme ich den Aufzeichnungen der meteorologischen Beobachtungsstation, Wetterwarte II. Ordnung, unserer Anstalt.

Die mittlere Luftfeuchtigkeit betrug vom 15. bis 22. April mindestens 40,7 und höchstens 78,3%. In der gleichen Zeitspanne war die Regenmenge verhältnismäßig gering, an 3 Tagen 0,6—3,7 mm. Dabei muß aber in Betracht gezogen werden, daß zwei Tage vor Schlüpfbeginn eine Regenmenge von 13,8 mm gemessen wurde. Vom 2. Schlüpftag (17. 4.) ab betrug die Sonnenscheindauer ca. 15 Stunden.

Männchen und Weibchen sind von Beginn bis Ende des Fluges vorhanden.

Die Zahl der schlüpfenden Tiere ist am 19. April 1929 am größten (17). In den Tagen vorher und nachher bleiben sich die Zahlen ungefähr gleich.

Aus Tabelle 6 ergibt sich für das Schlüpfen Folgendes:

1. Höchsttemperaturen von 12 bis 25°,
2. größere Temperaturschwankungen (—3,2 bis 25,8°; —2,8 bis 24,6°; —2,1 bis 24,3° C).
3. Feuchtigkeitsdifferenzen von 21%.

Schlußfolgerung aus den drei Tabellen:

Bei beiden *Hoplocampa*-Spezies war Proterandrie nicht zu beobachten. Männchen und Weibchen schlüpften gleichzeitig von Anfang bis Ende des Fluges.

Gegenüber Temperatur und Feuchtigkeit verhielten sich beide *Hoplocampa*-Spezies verschieden. *H. minuta* schlüpfte bei niederen Temperaturen (ca. 11° C) und wenn geringe Differenzen zwischen Temperaturmaximum und -minimum sowie zwischen der höchsten und niedersten relativen Feuchtigkeit herrschten.

Für das Schlüpfen von *H. flava* waren höhere Temperaturen (12 bis 25° C) und größere Temperaturschwankungen sowie größere Differenzen in der relativen Feuchtigkeit maßgebend.

2. Dauer des Fluges.

Aus den Tabellen geht hervor, daß der Flug der gezüchteten Wespen im Freien und im geschlossenen Raum verhältnismäßig kurze Dauer hatte. Bei *H. flava* war er in beiden Fällen nach 8 Tagen (Tabelle 4 und 6) beendet. Der in Tabelle 5 geschilderte Flug von *H. minuta* bestand nur in einem dreimaligen Erscheinen der Imagines. Auf den ersten Flugtag folgte eine Pause von 8, auf den zweiten eine Pause von 3 Tagen.

Die Flugperiode der *Hoplocampa*-Spezies kann jedoch auch viel länger dauern. In einem größeren Obstbaugelände zwischen Bad Dürkheim und Freinsheim habe ich darüber im Frühjahr 1929 drei Wochen hindurch fortlaufend Untersuchungen angestellt, indem ich teils die Wespen von den Bäumen abklopfte, teils die Erdoberfläche nach schlüpfenden Imagines absuchte. (Über die angewendeten Methoden siehe Untersuchungsmethoden S. 9.) Ich war so in der Lage, Beginn, Dauer und Stärke des Fluges in dem betreffenden Gelände zu ermitteln. Die gewonnenen Zahlen habe ich in folgender Tabelle 7 mit den für die betreffende Gegend

Tabelle 7.[1])

Flug von *Hoplocampa minuta* und *H. flava* im Freien und Witterung.

Ort der Beobachtung: Obstanlage zwischen Bad Dürkheim und Freinsheim.

Zeit der Ablesung 9h, Zeit des Fanges 7h früh.

Datum	Temperatur in C°		Relative Feuchtigkeit Tagesmittel	Niederschlag in mm	Sonnenschein und Regen	*H. minuta*		*H. flava*	
	Maximum	Minimum				♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
24. 4. 29	11,6	— 0.2	52,7	—	Sonnenschein, nachts Regen	.	.	.	.
25. 4. 29	9,8	2,2	60.0	2,0	„	38	16	2	.
26. 4. 29	11,6	— 0,8	57,7	—	„	34	20	.	1
27. 4. 29	14,6	4,1	56,0	—	„	13	7	3	2
28. 4. 29	19,0	1,8	58,7	—	„	7	3	.	.
29. 4. 29	19,0	8,5	64.0	—	„ , von 5h bis 5.50h Regen	60	29	10	3
30. 4 29	16,0	5,4	67,0	10,6	„ , von 5 15h bis 6.15h Regen	30	13	.	.
1 5. 29	10,9	4,8	74,7	2,0	vormittags zeitweise Regen, nachts Regen	28	14	.	.
2 5. 29	11,8	4,0	78,0	3,0	„ „ , Sonnenschein, nachts Regen	18	7	.	.
3. 5. 29	12,7	5.7	75,0	6,7	Sonnenschein	17	8	.	.
4. 5. 29	15,4	5.9	63,7	—	„	5	3	3	1
5. 5. 29	21,0	6,1	62,0	—	„	5	2	.	.
6. 5. 29	25,7	8,7	50,0	—	„	10	2	.	.
7. 5 29	18.5	10,8	69,0	—	„ , Regen	9	3	.	.
8. 5 29	23,0	7,3	61,7	1,1	„	3	.	.	.
9. 5. 29	15,2	9,4	76,7	—	zeitweise Regen	.	.	.	.
10. 5. 29	19,0	3,2	70,0	0,7	Sonnenschein	.	.	.	.
						279	127	18	7

[1]) Die meteorologischen Werte der Tabelle entnehme ich den Aufzeichnungen der Wetterwarte II. Ordnung, Bad Dürkheim.

geltenden Angaben über Temperatur, Feuchtigkeit, Regenmenge und Sonnenscheindauer in Beziehung gesetzt.

Aus der Tabelle 7 geht hervor:

Der Flug beginnt am 24. April 1929 nach einem Vortagsmaximum von 11,6° C. Während der nächsten 14 Tage findet bei *H. minuta* keine Unterbrechung statt. Der Flug spielt sich ab bei Temperaturmaxima zwischen 9,8 und 25,7° C, zwischen Minima von — 0,2 und 10,8° C. Die relative Feuchtigkeit beträgt mindestens 57%, höchstens 78%. Niederschläge sind an dem ersten Flugtag, ferner während des Höhepunktes an 4 aufeinanderfolgenden Tagen zu verzeichnen. Auffallend ist, daß nach einem kurzen, aber — wie aus der Niederschlagsmenge am folgenden Tag hervorgeht — heftigen Regen am Morgen des 28. April 1929 der Flug seine größte Stärke erreicht. Nächtlicher oder Vormittagsregen scheint das Schlüpfen zu begünstigen.

Innerhalb des Fluges erscheinen Männchen und Weibchen gleichzeitig.

Von den beiden Spezies ist *H. minuta* zahlenmäßig weit stärker vertreten. Der Flug von *flava* erscheint mehrmals unterbrochen und endet schon 4 Tage früher als der von *minuta*.

Während ich bei diesen Freilanduntersuchungen schlüpfende Wespen in größeren Mengen nur frühmorgens ermittelte, sind in der Zucht Imagines von *H. flava* auch zu andern Tagesstunden erschienen, wie aus den folgenden Aufzeichnungen hervorgeht. Für sie gelten die in Tabelle 4 gebrachten meteorologischen Werte. Es fällt auf, daß sich hier das Schlüpfen bis in die Abendstunden erstreckt, obwohl Niederschläge, wie sie beim Freilandflug von *H. minuta* offenbar begünstigenden Einfluß ausübten, nicht vorhanden waren.

Tabelle 8.

Tageszeitliches Schlüpfen von *H. flava* (Zucht).

Ort der Beobachtung: Laboratorium-Temperatur 20° C.

Datum	♀♀	♂♂	Stunde des Schlüpfens
4. 4. 28	21	8	9h
5. 4. 28	42	18	16—18h
6. 4. 28	54	33	11h
6. 4. 28	44	21	14.5h
6. 4. 28	41	5	16.5h
7. 4. 28	17	5	8h
8. 4. 28	18	4	7h
8. 4. 28	29	7	20.5h
9. 4. 28	15	2	8.5h
9. 4. 28	81	11	12.5h
10. 4. 28	—	—	—
11. 4. 28	9	5	14h
12. 4. 28	—	1	16h

3. Zahlenverhältnis der Geschlechter.

In der älteren Pflanzenschutzliteratur findet man über das Auftreten von *Hoplocampa minuta*-Männchen keinerlei biologische Angaben (siehe S. 2, 3). Erst Fintescu bringt Feststellungen über ihre Anwesenheit während des Fluges, die von Feytaud, Grandi und Wilke bestätigt werden. Zahlenangaben fehlen jedoch. In meinen Zuchten und Fängen im Freien waren stets Männchen in beiden Spezies vorhanden. — Proterandrie konnte ich nicht beobachten. — Zahlenmäßig überwogen die Weibchen, wie aus den Tabellen über das Schlüpfen (4, 5, 6) hervorgeht. In der Zucht erhielt ich 1928 bei *Hoplocampa flava* unter 490 Imagines 371 Weibchen und 119 Männchen, 1929 bei *Hoplocampa minuta* unter 76 Tieren 57 Weibchen und 19 Männchen. In der Freilandzucht 1929 schlüpften 42 *Hoplocampa flava*, darunter waren 30 Weibchen und 12 Männchen. Beim Abfangen der Imagines vor dem Flug im freien Obstgelände erbeutete ich 1929 (Tabelle 7) von *Hoplocampa minuta* 279 Weibchen und 127 Männchen, von *Hoplocampa flava* 18 Weibchen und 7 Männchen. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die weiblichen Tiere um etwa $^2/_3$ zahlreicher waren als die Männchen.

4. Nahrungsaufnahme.

Die normale Nahrung der Wespen besteht aus Blütennektar. Daneben wird auch Pollen aufgenommen. Blütenbesuch und Nahrungsaufnahme spielen sich folgendermaßen ab. Bald nach dem Schlüpfen fliegt die Wespe vom Erdboden aus in die Blütenbüschel der Zweige. Sie läuft mit stark vibrierenden Fühlern hastig den Blütenstiel entlang, übersteigt die Ränder der Blütenblätter und taucht in das Innere der Blüte derart ein, daß sie völlig senkrecht zur Blütenachse steht. Dabei liegen die Flügel dicht am Körper, die Fühler sind nach rückwärts gerichtet und der Rücken des Tieres stößt an den Stempel. Das Abdominalende verschwindet unterhalb der Staubbeutel, und nur die Beine, die die Staubgefäße umklammert halten, sind deutlicher sichtbar. An ihnen läßt sich beobachten, daß sich die Wespe beim Auflecken des Nektars in der Blüte im Kreise dreht. Die Tiere können etwa 5 bis 12 Minuten lang in der Blüte verharren, währenddem sie vom Blütenboden unaufhörlich Flüssigkeit aufnehmen. Sagt die zuerst besuchte Blüte der Wespe nicht zu, so begibt sie sich schon nach wenigen Minuten in eine andere, kehrt aber häufig bald zur ersten zurück. Manchmal findet zwischen zwei oder drei Blüten am gleichen Blütenbüschel ein ständiger Wechsel statt. Ist der Blütenboden längere Zeit beleckt worden, so drehen sich die Wespen manchmal um, und fressen nun auch den Pollen einer größeren Anzahl von Staubgefäßen. Häufig werden in dieser Weise alle Staubgefäße vom Blütenstaub befreit, oft aber die Blüte auch verlassen, ohne daß eine Aufnahme von Pollen stattfand. Jeden-

falls wird Blütennektar regelmäßig und in weit größeren Mengen aufgenommen als Blütenstaub. Ein Belecken der Staubbeutel ohne vorausgehende Nektaraufnahme konnte nicht beobachtet werden. Bevor die Wespe eine andere Blüte braucht, putzt sie Beine und Kopf, wobei sie anhängenden Blütenstaub abstreift. Die Zahl der nacheinander aufgesuchten Blüten ist verschieden. Sind sie schon beim Schlüpfen geöffnet, so werden mehrere unausgesetzt hintereinander angegangen. Leben die Wespen schon einige Tage bevor sie Gelegenheit haben, Blüten zu besuchen, so ist das Nahrungsbedürfnis dann wesentlich größer. Ich konnte beobachten, daß sie dann bis zu neun Blüten nacheinander beflogen. Dabei spielt offenbar der Drang nach Feuchtigkeit eine große Rolle. Auf der Suche danach unterziehen die Wespen Blätter und Stiele einer eingehenden Prüfung. Die bei *Prunus armeniaca* seitlich an den Blattstielen sitzenden Nektarien und auch kleinere Tau- und Regentropfen werden gierig aufgenommen. Diese Vorgänge sind bei trockener heißer Witterung auch dann zu beobachten, wenn eine Anzahl noch unbeflogener Blüten zur Verfügung steht, ein Zeichen, daß nicht Nahrungsmangel die Ursache ist.

Nicht immer steht den frisch geschlüpften Tieren sofort Nahrung zur Verfügung. Um zu ermitteln, wie lange sie imstande sind, darauf zu verzichten, ließ ich gezüchtete Imagines verschieden lange Zeit hungern. Für die Dauer dieser Hungerperiode spielt das Vorhandensein von aufnehmbarer Feuchtigkeit eine ausschlaggebende Rolle, wie aus folgendem hervorgeht.

Bei einer Durchschnittstemperatur von $+12^{0}$ C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 60 % starben hungernde Tiere am 8.—10. Tage. Wurden mit einer Pipette täglich dreimal einige Wassertropfen in das Zuchtgefäß gebracht, so erstreckte sich die Lebensdauer auf durchschnittlich 12—13 Tage. Starke Sonnenbestrahlung machte sich, selbst wenn sie nur stundenweise eintrat, ungünstig bemerkbar. Von beiden Geschlechtern zeigten sich die Männchen diesen Einwirkungen gegenüber empfindlicher als die Weibchen. Sie gingen durchweg ein. *H. flava* vertrug hohe Temperaturen leichter als *H. minuta*.

Außer mit normaler Nahrung lassen sich die Wespen in der Zucht mit Bienenhonig, Zucker oder Melasselösungen tagelang ernähren, ohne daß ihre Lebensäußerungen, wie Bewegung, Copula, Eiablage usw. eine Änderung erfahren, vorausgesetzt, daß die Futterstoffe genügend flüssig bleiben. Eingetrockneter Honig und verhärtete Zuckerlösungen werden kaum angegangen. Weibliche Wespen lebten in den Zuchten bei Honigfütterung 20—22 Tage. Männchen starben etwas eher, schon am 15.—18. Tage ab.

Es war die Frage zu prüfen, ob die Wespen zwischen verschiedenen Pflaumen-, Zwetschgen- und Mirabellenblüten eine Auswahl treffen. So wurden die besonders befallenen Sorten im Laboratorium frischgeschlüpften Imagines dargeboten. Da die Versuche sich nicht nur auf *Hoplocampa*

minuta sondern auch auf *Hoplocampa flava* erstreckten, als deren Nährpflanzen bisher nur Schlehe und wilde Kirsche bekannt waren, wurden auch wilde und kultivierte Kirschen in den Versuch mit einbezogen. Sämtliche Blüten wurden zur Nahrungsaufnahme wahllos aufgesucht.

Stand den Wespen neben offenen Blüten andere Nahrung, wie Zucker- und Melasselösung oder Bienenhonig zur Verfügung, so ließ sich folgendes feststellen. In allen untersuchten Fällen wurde bei Vorhandensein normaler, unbefruchteter Blüten die dargereichte Honig- und Zuckerlösung verschmäht, auch dann, wenn die Tiere bereits mehrere Tage hindurch mit denselben Blüten, die schon öfters aufgesucht, und aus denen auch bereits Pollen verzehrt war, im Zuchtglas oder Gazebeutel im freien oder geschlossenen Raum eingezwingert waren. Nur bei fortdauernder Hitze und Trockenheit fanden sich nach und nach einige Wespen an den flüssiggehaltenen Süßstoffen ein. Diese Beobachtungen sind für die Bekämpfung von Bedeutung.

Die Frage, innerhalb welcher Entfernung natürliche und künstliche Nahrungsstoffe eine anziehende Wirkung ausüben, ist von Wichtigkeit. Sie wurde im Glashaus geprüft. Dabei ergab sich folgendes: Der Reiz, der von geöffneten Blüten ausging, wirkte auf die größten gegebenen Entfernungen bis 8 m Ausdehnung, wenn alle ähnlichen Duftstoffe aus dem Raum entfernt waren. Dagegen legten die Wespen die gleiche Strecke in derselben Zeit nicht mehr zurück, wenn als Duftquelle nur Bienenhonig aufgestellt war. Bei Benutzung zweier in der gleichen Richtung aufgestellten Duftquellen, von denen Zuckerlösungen $^1/_2$ mal näher standen als geöffnete Blüten, wurden letztere, allerdings mit gelegentlichem Verirren an die Schale mit Bienenhonig beflogen. Befanden sich beide Duftquellen in entgegengesetzten Richtungen, so wirkten ebenfalls Blüten anziehender als Zuckerlösungen.

Diese Ermittlungen sind nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse im Freien zu übertragen, geben aber doch gewisse Hinweise. Nach meinen Beobachtungen ist ein Überflug der Wespen auf größere Strecken hin nicht nur von dem Maßstab der Auswirkung der Duftquelle, sondern von einer Reihe von anderen Faktoren abhängig, unter denen Witterung und Art der Kulturen eine Rolle spielen.

Vom 6.—7. Lebenstag an nimmt der Drang nach Nahrung ab. Dies läßt sich in Zuchtgefäßen, aber auch im Freien beobachten. Die Wespen sind dann in den Baumkronen besonders bei starkem Sonnenschein zu finden, halten sich aber nur kurze Zeit in den Blüten auf. Die Nahrung wird mehr gelegentlich und flüchtig aufgenommen. Das starke Feuchtigkeitsbedürfnis besteht fort.

Die Männchen nehmen weniger und seltener Nahrung auf als die Weibchen.

5. Copula.

In der Zucht beobachtete ich, daß Wespen, die eben erst in die Parasitenröhren gelangt waren, die Copula dort vornahmen, ein Zeichen, daß diese sofort nach dem Schlüpfen stattfinden kann. Auch im Freien wird sie manchmal noch auf dem Erdboden vollzogen, wenn Männchen und Weibchen ziemlich gleichzeitig und nicht in zu weiter Entfernung voneinander aus dem Boden kommen. Auf ebenem Boden läuft dann das Männchen auf das Weibchen zu. Liegen aber zwischen beiden Wespen größere Erdschollen, so scheint es aus der gleichen Entfernung das Weibchen nicht wahrzunehmen.

In der Regel wird die Copula in den Baumkronen vollzogen. Das in der Nähe des Männchens sitzende Weibchen fängt plötzlich an, Kopf und Hinterleib ruckartig sekundenweise gegeneinander zu krümmen, während die Fühler stark vibrieren. Dabei weichen am Hinterende die Valven auseinander und lassen den Sägeapparat tastend hervortreten. Die Erregung des in der Nähe befindlichen Männchens kennzeichnet sich durch Lockerung der am Abdominalende stehenden Haltezangen sowie durch heftiges Zittern der Fühler und Flügel. Das Weibchen lüftet die Flügel und schiebt sie auseinander. Nach etwa fünf Minuten springt das Männchen auf das Weibchen zu, dessen Flügel immer noch leicht gelüftet sind, betrillert es, wendet sich dann um und vollzieht die Copula. Dabei stoßen beide Hinterleibsenden aneinander (Abb. 16). Während der ersten 3—4 Minuten verharren die Tiere ruhig am selben Platz nur ihre Fühler sind in Bewegung. Dann beginnt das Weibchen häufig wegzulaufen, ohne daß die Verbindung gelöst wird. Es zerrt dabei das Männchen rückwärts mit sich. Mitunter streckt dieses alle drei Beinpaare derart von sich, daß es mit ihnen die Unterlage garnicht mehr berührt und läßt sich so rücklings fortschleifen. Die Dauer der Copula beträgt 10—12 Minuten. Unter günstigen Zuchtverhältnissen wurde während der Dauer von etwa 5 Tagen von Männchen und Weibchen die Copula in Zwischenräumen immer wieder, allerdings nach dem 5. Tage selten vorgenommen. Dabei spielte es keine Rolle, ob sich mehrere Weibchen oder mehrere Männchen im Zuchtbehälter befanden. In beiden Fällen erfolgte die Copula öfters zwischen denselben Partnern. Damit steht also fest, daß auch das *Hoplocampa*-Männchen mehrmals copulieren kann.

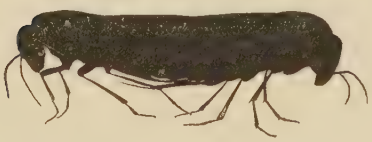


Abb. 16. Copula von *H. flava*, links das Männchen, rechts das Weibchen (6 ×).

6. Fortbewegung.

Die Wespen bewegen sich laufend, springend und fliegend fort. Bei der Nahrungsaufnahme springen sie von Blüte zu Blüte. Wenn das Nahrungsbedürfnis gestillt ist, fliegen sie.

7. Blütenbesuch.

Nach der älteren Literatur ist der Blütenbesuch immer nur bei Sonnenschein beobachtet worden. Ich fand, daß sich der intensivste Blütenbesuch, der bald auf das Schlüpfen folgt, gerade in den früheren Morgenstunden zwischen 6 und 8 Uhr vollzieht. Um diese Zeit lagen aber die Beobachtungsbäume oft noch im Schatten. Anlaß zu der erwähnten Angabe gibt wohl die Tatsache, daß sich frühmorgens die Wespen meist in Baumkronen aufhalten, wenig fliegen, schwerfälliger und oft längere Zeit in der Blüte verborgen sind. Aus diesen Gründen fallen sie weniger auf. Bis in den Mittagstunden Sonnenschein eintritt, ist das erste Nahrungsbedürfnis gedeckt. Die Wespen werden durch die Einwirkung der Wärme bedeutend lebhafter und zum Umherfliegen angeregt, wobei sie dann mehr gelegentlich und flüchtig Nahrung aus den Blüten entnehmen. Dabei bleiben sie nicht auf einen Baum beschränkt, sondern wechseln auf andere nahestehende über.

8. Lebensdauer der Imagines.

Die Lebensdauer der Imagines ist weitgehend von Nahrungs- und Feuchtigkeitsaufnahme abhängig. Darauf wurde z. T. schon S. 24 hingewiesen. In den Laboratoriumszuchten lebten Wespen, denen frische Blüten zur Verfügung standen, bei Temperaturen von 12—25 ° in Glaszylindern 20 Tage, in Drahtbehältern an blühenden Topfpflanzen im Freien 14—16 Tage. Eine Änderung trat bei der Herabsetzung der Temperatur bis auf + 10 ° C nicht ein. Tiefere Temperaturen von 8—10 ° C führten zu einer 12—48 Stunden währenden Starre, aus der die Tiere aber in Wärme gebracht, sich wieder belebten. Bei längerer Dauer der tieferen Temperaturen ging die Starre innerhalb des zweiten Tages in den Tod über. Mangel an Nahrung setzte die Lebensdauer herab auf ca. 12 Tage, wenn noch für genügende Feuchtigkeit zur Aufnahme gesorgt war. Imagines, die keine Gelegenheit hatten, Feuchtigkeit aufzunehmen, lebten höchstens 8—10 Tage. Im allgemeinen starben die Männchen eher als die Weibchen.

C. Eier und Eiablage.

a) Morphologie und Biologie.

1. Die Eier innerhalb der Ovarien.

Die Ovarien beider *Hoplocampa* Arten sind büschelförmig gebaut nach dem meroistisch-polythrophen Typ. Bei einer großen Anzahl von untersuchten Weibchen ließen sich durchschnittlich 17 Ovariolen feststellen. Ihre Zahl ist nicht konstant, eine Erscheinung, die bei Blattwespen schon mehrfach beobachtet wurde. In den Ovariolen frischgeschlüpfter Weibchen fand ich regelmäßig jeweils im unteren Abschnitt eine Anzahl großer Eier, an die sich kleinere Eier anschlossen.

Im folgenden gebe ich für beide Ei-Gruppen die mit dem Okularmikrometer ermittelten Maße für Länge und Breite (dabei ist die breiteste Stelle des Eies gewählt). Es sind von 5 Tieren je zwei Eier der beiden vorhandenen Gruppen gemessen worden.

Maße der Eier in den Ovariolen von *H. minuta*.

Größere Eiere		Kleinere Eier	
Länge in mm	Breite in mm	Länge in mm	Breite in mm
0,52	0,28	0,42	0,23
0,51	0,28	0,42	0,23
0,51	0,28	0,42	0.23
0,51	0,28	0,42	0,23
0,52	0,28	0,47	0,23
0,51	0,28	0,42	0,23
0,51	0.28	0,42	0,23
0,51	0,28	0,47	0,23
0,52	0,28	0,47	0,23
0,51	0,28	0,42	0,23

Maße der Eier in den Ovariolen von *H. flava*.

Größere Eier		Kleinere Eier	
Länge in mm	Breite in mm	Länge in mm	Breite in mm
0,61	0,33	0,5	0,28
0,61	0,33	0,5	0,28
0,61	0,33	0,5	0.28
0,66	0,33	0,5	0,28
0,66	0,33	0,47	0,28
0,66	0,33	0.47	0,28
0,71	0,33	0,47	0,28
0,71	0,33	0,50	0,28
0,71	0,33	0,50	0,28
0,61	0,33	0,47	0,28

Im allgemeinen sind die Größenschwankungen zwischen den Eiern der beiden Gruppen nur gering, am wenigsten treten sie in der Breite hervor. Die Eier von *H. flava* sind etwas größer und breiter als die von *minuta*, doch fallen die Unterschiede sehr wenig auf. Es fragt sich, ob hierauf nicht auch individuelle Größendifferenzen der Weibchen Einfluß haben. Der Vergleich mit abgelegten Eiern ergab, daß zwischen diesen und den größeren im Ovar keine Größenunterschiede bestanden.

Die Gesamtzahl der Eier im Ovar von *H. flava* und *minuta* betrug ca. 70, und zwar waren etwa 50 größere und 20 kleinere Eier vor-

handen.[1]) Das würde etwa mit den Angaben Harukawas über *Hoplocampa pyricola* entsprechen, für deren Ovar er als Höchstzahl 70 reife Eier angibt. In der Regel scheinen jedoch nicht alle im Ovar vorhandenen Eier zur Ablage zu kommen.

2. Die Eier nach der Ablage.

Unmittelbar nach der Ablage ist das Ei hellgrün und glasig. Es besitzt länglich ovale Gestalt und ist auf einer Seite etwa in der Mitte leicht eingebuchtet (Abb. 17a). Seine Form wird als nieren- oder brotschnittenartig bezeichnet Die durchschnittliche Länge direkt nach der Ablage beträgt 0,6 mm, die Breite 0,3 mm. Die Eier von *H. flava* sind etwas größer als die von *H. minuta*.

a *b* *c*

Abb. 17. Verschieden alte Eier von *H. flava* (ca. 35×).

So gibt Wilke für die Eier von *H. minuta* als Länge 0,6 mm, als Breite 0,3 mm an. Nach Grandi beträgt die Länge 0,5 mm, die Breite 0,25 mm, doch sind dies Durchschnittsmaße von den Eiern der drei in Italien vorkommenden Spezies *H. minuta*, *testudinea* und *flava*, „deren Dimensionen sich innerhalb geringer Grenzen ändern".

Während der Eidauer verändern sich Umfang und Form, und das Ei verliert seine grünliche Färbung. Länge und Breite nehmen zu (Abb. 17). Eine Verkürzung, wie Wilke sie angibt, habe ich nicht feststellen können. Gegen Ende der Eidauer ist die Larve deutlich sichtbar und schimmert hell durch die Eihaut. Sie liegt gekrümmt, ihr dunklerer Kopf mit den schwärzlichen Ocellen zeichnet sich deutlich von dem helleren Körper ab. Zu diesem Zeitpunkt hat das Ei seine nierenförmige Gestalt eingebüßt. Die auf der einen Seite befindliche Einbuchtung ist durch fortschreitendes Wachstum der Larve verschwunden und das Ei fast gleichmäßig eiförmig geworden (Abb. 17c).

Im folgenden teile ich einige Maße von Eiern mit, die verschieden alt am gleichen Tage an Blüten im Freien festgestellt wurden.

[1]) Nach Nodzu bei Harukawa sind im Ovar von *Hoplocampa pyricola* die am Ende liegenden Eier sehr klein und kaum als solche festzustellen. Gegen die Basis der Ovariolen zu fand er je 8 oder 9 leicht eingehüllte unreife Eier. Sie sind ziemlich groß, können aber trotzdem von den reifen Eiern unterschieden werden.

Länge: 0,52; 0,52; 0,52; 0.52; 0,52; 0,52; 0,52; 0,52;
0,57; 0,57; 0,57; 0,57; 0,57; 0,57; 0,57; 0,57; 0,57; 0,57;
0,61; 0,61; 0,61; 0,61; 0.61; 0,61;
0,64; 0,64;
0,66; 0,66; 0,66; 0,66; 0,66; 0,66; 0,66;
0,71; 0,71; 0,71;
0,76;

Breite: 0,28; 0,28; 0,28; 0.28;
0,33; 0,33; 0,33; 0,33; 0,33;
0,38;
0,42; 0,42; 0,42; 0,42; 0,43; 0,42;
0,44; 0,44;
0,45; 0,45;
0,46; 0,46; 0,46; 0,46;
0,47; 0,47; 0,47; 0,47; 0,47; 0,47; 0,47; 0,47;
0,50; 0,50;
0,52;
0,54;
0,61.

Die kleinsten Eier an diesem Tage waren demnach 0,52 mm lang und 0,28 mm breit, die größten 0,76 mm lang und 0,61 mm breit. Eier, in denen man bereits die Umrisse der Larve erkannte, hatten eine Länge von mindestens 0,66 mm und eine Breite von mindestens 0,46 mm. Das Eiwachstum beträgt also etwa 0,2 mm in der Länge und 0,3 mm in der Breite.

3. Eiablage.

Die Eiablage ist weitgehend von vorausgehender Nahrungs- und Feuchtigkeitsaufnahme der Wespen abhängig. Auch nach der Einnahme von Wassertropfen und flüssigem Bienenhonig waren die Weibchen gelegentlich dazu bereit, ohne daß vorher eine Copula stattgefunden hatte.

Ort der Eiablage. Blüten und Blütenknospen der verschiedenen Zwetschgen-, Pflaumen- und Mirabellensorten. Gelegentlich habe ich in Zuchten auch Ablagen an Edelkirschblüten erhalten. — Im Hinblick auf die größere Anfälligkeit einiger Sorten, die man mit dem Auswahlvermögen der Weibchen zu erklären sucht, habe ich im Laboratorium verschieden alten Weibchen gleichzeitig blühende Zweige der verschiedenen anfälligen Sorten dargeboten. Eine Bevorzugung fand nicht statt.

Ob die Wespen innerhalb eines Baumes ihre Eier nur an Blütenknospen (Theobald, Reh u. a.) oder an schon voll erschlossenen Blüten (Wilke, Grandi) ablegen, darüber konnten die früheren Autoren sich nicht einigen. Nach Fintescu finden sogar noch Ablagen an Blüten statt, deren Blätter bereits abfallen. Beschränkt man sich allein auf Unter-

suchungen an vom Baum genommenen Blüten und Knospen, wie dies bisher (außer bei Grandi) geschah, so wird man immer mehr Eier an Blüten als an Knospen finden. So ermittelte ich in der Zeit vom 2. Mai bis 13. Mai bei insgesamt 814 Eiablagen in den ersten 4 Tagen 1, 2, 1, 1 Eier an Knospen, die übrigen an erschlossenen Blüten. Dieses Ergebnis berechtigt jedoch noch nicht zu der Ansicht, daß die Knospen wenig belegt werden. Die genaue Untersuchung und Messung der Eier weist darauf hin, daß diese zu einem Zeitpunkt abgelegt worden waren, als sich die betreffenden Blüten noch in der Knospenlage befanden. (Das Aufblühen bei *Prunus* geht verhältnismäßig schnell vonstatten.) In Zuchten konnte ich feststellen, daß die Weibchen nicht erschlossene Blüten sondern häufig Blüten, die eben im Aufblühen begriffen waren, wählten (Abb. 18 und 20). Ferner scheinen die Wespen von solchen

Abb. 18. Eiablage von *H. minuta* am Blütenkelch (ca. 3,5 ×).

Abb. 19. Eiablage von *H. minuta.* am Kelchzipfel (ca 3,5 ×).

Blüten, aus denen sie vorher schon lange und anhaltend Nahrung entnehmen konnten, besonders zur Ablage gereizt zu werden. Die in den Zuchtgläsern aufgestellten Blüten waren vor der Benutzung Fremdbestäubung nicht zugänglich. Wenn sie trotzdem von dem Weibchen mit Eiern belegt wurden, so weist diese Beobachtung darauf hin, daß das Weibchen seine Ablage nicht davon abhängig macht, ob die Blüte bereits befruchtet ist oder nicht.

Auch die Frage, an welchen Stellen der Blüte bezw. der Knospen die Eiablage erfolgt, war bisher umstritten. Als Ablagestellen kommen der verdickte Teil des Kelches (Abb. 18), die Kelcheinschnitte (Abb. 20) und die Kelchzipfel (Abb. 19) auf ihrer Außen- und Innenseite in Betracht. Nach meinen Untersuchungen werden die meisten Eier in das Gewebe der Kelchzipfel abgelegt. Im Frühjahr 1929 untersuchte ich 3787 Blüten, die von Obstbäumen entnommen waren. An ihnen befanden sich

817 Ablagen, davon 769 an der Außenseite der Kelchzipfel und 43 am Kelch selbst, nahe der Einschnittstelle. Nur 5 Eier waren an der Innenseite der Zipfel abgelegt worden. Auch die Befunde an Blüten in meinen Zuchten seien hier angeführt: An 48 belegten Blüten waren 20 Eier oben und unten am Kelch zu finden, 28 an den Kelchblättern. Andere Stellen als die oben angegebenen sind bei den mehreren tausenden von untersuchten Blüten nicht vorgekommen. Ältere Angaben wie die von Henschel und Ferrant, nach denen die Eier „einzeln in je einen Blütenkelch geklebt" oder „auf den Grund des Kelches gelegt" (Jordan) werden sollen, treffen nicht zu. Auch Beobachtungen von Plotnikow, dem zufolge die Eiablage an die weiblichen Fruchtorgane erfolgt, kann ich nicht bestätigen.

Abb. 20. *Hoplocampa minuta* Christ. bei der Eiablage (6,5 ×).

Vorgang der Ablage.

Darüber bebachtete ich folgendes: Bei dem von Blüte zu Blüte eilenden Weibchen beginnt sich unvermittelt die bis dahin dem Körper dicht anliegenden Sägescheiden zu lockern. Zwischen ihnen tritt der Sägeapparat hervor. Das Weibchen läuft an einem Blütenstiel aufwärts, bis es am Kelch angelangt ist, den es mit den Fühlern betastet. Dann wendet es sich plötzlich um, so daß der Kopf entgegengesetzt gerichtet ist. Die Beine umklammern den Stiel, die vorderen Beinpaare und Fühler vibrieren stark, die Hinterleibsspitze wird einige Minuten lang tastend an Kelch und Kelchblättern auf und ab geführt. Dann biegt die Wespe die letzten Hinterleibssegmente stark ventralwärts. Die Legescheide tritt jetzt völlig hervor und wird in das Pflanzengewebe des Kelches oder der Kelchblätter eingeführt (Abb. 20). Indem das Weibchen den Legestachel tiefer eindrückt, erweitert es den verursachten Riß zu einem länglichen Schlitz, gleichzeitig gleitet innerhalb des Legesäbels in das klaffende Gewebe ein einziges Ei herab. Ihm nach drängt eine Flüssigkeitssäule, die das Ei in der entstandenen Höhlung umfließt. Diese befindet sich näher an der Außenwand als an der Innenwand des Kelches. Während des Einstiches, etwa $1^1/_2$ Minuten lang, hält die Wespe den Hinterleib vollkommen un-

beweglich. Dann beginnt er heftig zu beben, der Legesäbel wird herausgezogen, und das Weibchen verläßt die Blüte. Der ganze Vorgang spielt sich in etwa 2—$2^1/_2$ Minuten ab. Betrachtet man jetzt die Ablagestelle, so ist bei Lupenvergrößerung ein schmaler 1,4—1,6 mm langer Schlitz zu erkennen. Befindet er sich am Kelch selbst, so verläuft er meist nicht ganz senkrecht vom Kelcheinschnitt aus in der Richtung des Stielansatzes. Schon nach einigen Stunden bräunen sich die Ränder und treten auch für das unbewaffnete Auge stärker hervor. Die Eihöhle ist dreieckig und gleicht einer zipfeligen Tasche (Abb. 19). Die größte Länge der Tasche beträgt 1,7 bis 2,6 mm, der Schlitz mißt 0,3 mm im Durchmesser. Die größte Breite entspricht der Länge des Schlitzes. Nach etwa 10 Stunden beginnt die Verfärbung der nach außen liegenden Taschenwand, die schließlich dunkelbraun wird. Das hat zur Folge, daß die ebenfalls braungefärbten Schlitzränder wieder weniger deutlich werden. Die Verfärbung erstreckt sich nicht nur auf die Umrisse der eigentlichen Eitasche, sondern greift auch über deren Ränder hinaus und verläuft allmählich in ein helleres Braun. Dieser Flecken kommt dadurch zustande, daß aus der Öffnung der Eitasche die das Ei umhüllende Flüssigkeit herausquillt, und sich an der Luft verfärbt. Das Überquellen erklärt sich dadurch, daß das Ei im Laufe seiner Entwicklung an Umfang zunimmt und infolgedessen Flüssigkeit verdrängen muß. Ganz vereinzelt konnte ich die Wespen dabei beobachten, wie sie ihr Ei in das Gewebe der Innenfläche der Kelchzipfel einzuschieben versuchten. Sie nahmen dabei eine andere Stellung ein, indem sie wagrecht inmitten und auf den Staubgefäßen standen und sich mit den beiden vorderen Beinpaaren am Stempel festhielten. In dieser Lage setzten sie den Hinterleib auf den Kelchzipfel auf und führten den Legestachel ein. Daß diese Stelle nur ausnahmsweise mit Eiern belegt wird, beweisen die später angeführten systematischen Blütenuntersuchungen, nach denen sehr selten Ablagen auf der Innenseite der Kelchzipfel festzustellen waren. Vergegenwärtigt man sich die beiden verschiedenen Stellungen der Weibchen bei der Eiablage, so ist erklärlich, warum gerade die sich eben öffnenden Blüten so häufig belegt werden. An ihnen haben sich die Kelchzipfel noch nicht nach unten umgebogen, sie stehen aufwärts und bieten infolgedessen dem Weibchen bei der Ablage einen viel besseren Stützpunkt, als wenn sie herunterhängen.

Nicht immer kommt es wie im oben geschilderten Fall so rasch zur regelrechten Eiablage. Oftmals besuchten in meinen Zuchten die Weibchen eine große Anzahl, etwa 7—10 Blüten, an denen sie wohl die charakteristische Stellung einnehmen, die Eiablage aber nicht ausführen. Entweder kommt der Legesäbel garnicht mit dem Gewebe in Berührung oder er wird ein Stück weit eingetrieben, dann aber wieder herausgezogen. Der entstandene winzige Riß ist fast nicht zu bemerken.

Ist ein Ei abgelegt worden, so begibt sich die Wespe in eine andere Blüte, in der sie Nahrung sucht, worauf sie die Eiablage fortsetzt. So

beobachtete ich Weibchen, die innerhalb einer Stunde 8—10 Eier unterbrachten, indem sie sich nach jeder Ablage in den Blüten stärkten.

Zahl der Eier in den Blüten. In der Regel wird eine Blüte nur mit einem Ei belegt. Doch findet man im Freien auch gelegentlich 4—5 Ablagen. In meinen Zuchten ließen sich sogar einmal 9 Ablagen an einer einzigen Blüte feststellen. Der Grund dafür ist wohl die immerhin beschränkte Anzahl der Blüten im Zuchtraum. Nach meinen Beobachtungen rühren solche mehrfachen Ablagen von verschiedenen Weibchen her. Jedenfalls habe ich nicht feststellen können, daß ein und dasselbe Weibchen wiederholt nacheinander dieselbe Blüte gewählt hätte. Dies wird unter normalen Bedingungen auch für die frei lebenden Wespen gelten.

4. Zahl der abgelegten Eier.

Feststellungen über die Zahl der von einem Weibchen abgelegten Eier sind nur in Zuchten möglich, wo die Tiere einzeln beobachtet werden, bis der Tod eintritt. Im Höchstfalle habe ich dabei von ein und demselben Weibchen 30 Eier erzielt. Durchschnittlich waren von einem Weibchen ca. 20—25 Ablagen festzustellen. Doch wurde diese Zahl von vielen Tieren nicht erreicht. So erhielt ich ausnahmsweise in einem unten erwähnten Versuch von 25 Weibchen 132 Eier, so daß hier auf ein Tier etwa 5 Eier zu rechnen wären. Es fiel auf, daß die nach dem Tode sezierten Tiere immer noch eine Anzahl ablagereifer Eier in den Ovariolen enthielten. So wiesen Weibchen, die am 30. März 1929 gleich nach dem Schlüpfen mit Blüten eingebeutelt wurden und ständig unter Beobachtung standen, am Tage ihres Todes, dem 15. April 1929 noch 15—17 große Eier, daneben noch bis zu 20 kleinere Eier im Ovar auf.

5. Zeitdauer der Eiablage.

Ich bot jeweils 8 weiblichen Wespen nacheinander eine größere Anzahl von Blüten für die Dauer von 24, 36, 48, 72, 96 Stunden an und untersuchte diese dann auf Eiablagen hin. Nach 96 Stunden wurde der Versuch abgebrochen, weil die Blüten sich nicht mehr länger frischhalten ließen und auch nicht mehr genügend Nahrung boten. Es herrschten gleichbleibende Temperaturen um 23° C.

Über die Anzahl der abgelegten Eier ergab sich dabei folgendes:

an	25	Blüten	legten	5	Weib.	(1	Männ.)	in	24	Stunden	4 Eier
„	40	„	„	5	„	(2	„)	„	36	„	7 „
„	13	„	„	5	„	(1	„)	„	48	„	2 „
„	87	„	„	5	„	(2	„)	„	72	„	93 „
„	72	„	„	5	„	(1	„)	„	90	„	26 „
											132 Eier

Um den Befund und die Registrierung der einzelnen Tatsachen zu veranschaulichen, greife ich aus den jeweiligen Aufzeichnungen das Protokoll Nr. 3 heraus und gebe es in folgender Tabelle 9 wieder.

Tabelle 9.

Feststellung über Zahl und Entwicklung von Eiern von *Hoplocampa minuta* Christ, die innerhalb von 72 Stunden abgelegt wurden.

Ort der Beobachtung: Laboratorium Temperatur 23° C.

Blüte Nr.	Zahl der Eiablagen	Lage der Eitasche	Zahl der Eier oder Larven	Aufenthaltsort der Larve	Kelchwand durchbohrt	Verteilung des Kotes	Farbe des Kotes	Fruchtknoten unversehrt	Fruchtknoten angefressen	Fruchtknoten angebohrt
1	2	Kelchblatt außen	2 Eier	—	—	—	—	+	—	—
2—33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	1	Kelch	—	—	+	am Loch	hell	+	—	—
35	1	„	—	—	+	am Loch	hell	+	—	—
36	2	Kelch oben	—	—	+	—	—	—	+	+
		„ unten	—	—	+	am Loch	hell	+	—	+
37	2	Kelch oben	—	—	+	—	—	—	+	—
		„ unten	—	—	+	am Blütenboden	hell	—	—	—
38	1	Kelch oben	1 Larve	außen am Fruchtknoten	+	am Blütenboden	dunkel	+	—	—
39	1	Kelch oben	?	?	+	am Blütenboden	schwarz	—	++	+
									—	—
40	9	Kelch oben	1 Larve	in Eitasche	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt außen	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	1 vertrocknetes Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
41	1	Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
42	1	Kelchblatt a.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
43	2	Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	+	—	—
44	1	Kelch oben	1 vertrocknetes Ei	—	—	—	—	+	—	—
45—46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
47	1?	Kelchblatt a.	1 Ei (verloren von Spr.	?	?	—	—	—	+	—
48	3	Kelchblatt	1 Ei	?	—	—	—	—	—	—
49	2	Kelch oben	—	?	—	Blütenbod.	—	—	+	—
		Kelch unten	—	?	—	—	—	—	—	—
50	2	Kelchblatt a.	—	—	—	—	—	—	—	—
51—52	—	Kelch oben	—	—	—	—	—	—	—	—

Blüte Nr.	Zahl der Eiablagen	Lage der Eitasche	Zahl der Eier oder Larven	Aufenthaltsort der Larve	Kelchwand durchbohrt	Verteilung des Kotes	Farbe des Kotes	Fruchtknoten unversehrt	Fruchtknoten angefressen	Fruchtknoten angebohrt
53	1	Kelch oben	?	—	+	—	—	+	—	+
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	1	Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
56	1	Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
57	1	Kelchblatt u.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
58	1	Kelchblatt u.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
59	1	Kelch oben	—	?	+	Blütenboden	schwarz	—	+	+
60	1	Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelch	—	?	+	—	—	+	—	—
61	1	Kelchblatt o.	1 Ei	?	—	—	—	+	—	—
62	1	Kelch oben	—	?	+	Loch und Fruchtknoten	dunkel und hell	—	+	+
63	1	Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	—	—	—
64	6	Kelchblatt u.	1 Ei	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt o.	1 vertrocknetes Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt m.	1 Ei							
		Kelchblatt m.	1 junge Larve	in Eitasche	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt o.	1 vertrocknetes Ei	—	—	—	—	+	—	—
65	4	Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
66	5	Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt u.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt o.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
		Kelch oben	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelch unten	—	—	—	—	—	+	—	—
67	2	Kelchblatt m.	—	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt u.	—	—	—	—	—	+	—	—
68	1	Kelchblatt u.	—	—	—	—	—	+	—	—
69	1	Kelchblatt u.	1 Ei	—	—	—	—	+	—	—
70	1	Kelch unten	—	—	+	Loch	hell	+	—	—
71	2	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	+	—	—
		Kelchblatt m.	1 Larve	außen am Fruchtkn.	—	—	—	—	—	—
72	1	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
73	1	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
74—75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	1	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
77	1	Kelchblatt m.	1 Ei groß	außen am Fruchtkn.	—	—	—	—	—	—

Blüte Nr.	Zahl der Eiablagen	Lage der Eitasche	Zahl der Eier oder Larven	Aufenthaltsort der Larve	Kelchwand durchbohrt	Verteilung des Kotes	Farbe des Kotes	Fruchtknoten unversehrt	Fruchtknoten angefressen	Fruchtknoten angebohrt
78	2	Kelchblatt u.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	1 vertrocknetes Ei	—	—	—	—	—	—	—
79	3	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	—	—	—[1]	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	—	—	—[1]	—	—	—	—	—
80	2	Kelch oben	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	1 Larve gr.	außen am Fruchtknoten	—	—	—	—	—	—
81	3	Kelchblatt u.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt u.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
82	3	Kelchblatt u.	—	—	—[1]	—	—	—	—	—
		Kelchblatt u.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelch oben	—	—	—[1]	—	—	—	—	—
83	3	Kelchblatt m.	—	—	—[1]	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt u.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	4	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	1 vertrocknetes Ei	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt m.	—	—	—	—	—	—	—	—
86	1	Kelchblatt u.	—	—	—[1]	—	—	—	—	—
87	3	Kelchblatt m.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt u	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
		Kelchblatt u.	1 Ei groß	—	—	—	—	—	—	—
	93		kl. Eier 23 gr. Eier 18 vertr. E. 6 Larven 6		13			43	8	6

Es fällt auf, daß in den ersten 24 Stunden nur wenig Eier abgelegt werden. Die Zahl steigt dann aufs doppelte und schnellt zwischen 48 und 72 Stunden ganz besonders stark in die Höhe, worauf wieder eine Verminderung erfolgt. Die Eier sind an 3 Hauptzeiten abgelegt worden. Fast sämtliche vorhandenen Blüten wurden belegt, darunter wies eine Blüte 9 Eier auf.

[1]) Bei Nr. 79, 82, 83 und 86 war die Eitasche nach außen geöffnet und hier von der Larve verlassen worden.

Zusammenfassend sei gesagt:

1. Nach meinen Beobachtungen läßt sich ein langsames Heranreifen der Eier nicht feststellen.

2. Die durchschnittliche Zahl der abgelegten Eier beträgt 30.

3. Noch am dritten oder vierten Tage nach dem Schlüpfen kann eine starke Ablage stattfinden.

6. Eientwicklung.

Die Entwicklungsdauer der Eier vom Beginn der Ablage bis zum Schlüpfen ist nicht immer dieselbe. Offenbar wird sie durch den Zustand der Blüten in deren Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit beeinflußt.

Nach Ritzema Bos sollen 8—24 Tage, nach Theobald 14 Tage vergehen können, ehe die Larve schlüpft. Fintescu gibt an, daß bei hohen Temperaturen schon nach 6 Tagen, bei regnerischer sonnenloser Witterung erst nach 12 Tagen die Larven erscheinen. Ziehe ich den bereits erwähnten Versuch Tabelle 9 heran, so gibt sich für die Entwicklung folgendes: Die dargereichten 87 Blüten standen den Wespen 96 Stunden lang zur Verfügung. In den daran gezählten 93 Eitaschen waren 47 Eier vorhanden, davon 18 ältere, in denen der Embryo sichtbar war, 23 noch unentwickelte von hellgrüner Farbe und 6 vertrocknete Eier. Von den 6 vorhandenen Larven waren 2 noch in der Eitasche und 4 außerhalb am Fruchtknoten anzutreffen. 46 Eitaschen waren leer und wiesen entweder eine Öffnung nach außen oder von ihrem Grund aus einen Gang nach dem Innern ein Kelchgewebe auf. Die Untersuchung ergab also, daß die Eidauer sich auf mindestens 4 Tage erstreckt. Unter Freilandbedingungen kann die Eidauer 14 Tage betragen.

7. Schlüpfen.

Unmittelbar vor dem Schlüpfen ist die Larve im Ei deutlich sichtbar (Abb. 17 c). Die Eihaut umgibt sie nur noch wie eine hauchdünne Membran und läßt besonders Einzelheiten des Kopfes erkennen. Zu dieser Zeit hat sich die grünliche Farbe des Eies verändert; es sieht jetzt völlig weiß aus. Innerhalb der Eitasche muß sich die junge Larve zuerst von der Eihaut befreien. Sie drückt sie durch und befindet sich darauf in der Eitasche. Daß sie dann dort einige Zeit frißt, wie dies Nodzu bei *Hoplocampa pyricola* beobachtete, konnte ich nicht feststellen. Je nach der Stelle, an der sich die Eitasche befindet, sucht die Larve verschiedene Wege, um ins Innere der Blüte oder des Kelches zu gelangen. Aus den am Kelcheinschnitt oder an der Basis der Kelchzipfel oder an dem Kelch selbst untergebrachten Eiern bohren sich die Larven meist direkt vom Boden der Eitasche aus durch das Kelchgewebe ins Innere. Der von ihnen hergestellte Gang verläuft meist etwas schräg nach dem Blütenboden zu in der

Richtung der Griffelansatzstelle. Die Ausgangsöffnung liegt als rundes Loch mehr oder weniger hoch zwischen den mit der Kelchwand an dieser Stelle verwachsenen Staubgefäßen (Abb. 21). Die Eitaschen, welche sich in der Mitte oder nahe den Spitzen der Kelchzipfel befinden, werden von den Larven nach außen geöffnet, indem diese die Kelchoberhaut durchbohren, um dann über den Kelchausschnitt hinaus an die innere Kelchwand zu gelangen. Ich konnte diesen Vorgang nur einmal direkt beobachten, muß aber annehmen, daß er sich häufiger abspielt, da ich die meisten am Kelchzipfel liegende Eitaschen nach außen geöffnet und in der Kelchwand nirgends ein Bohrloch fand, während andererseits der betreffende Fruchtknoten Fraßstellen aufwies. Der Fruchtknoten ist um diese Zeit etwa so groß wie ein Stecknadelkopf.

Abb. 21. *Prunus*-Blüte durchschnitten, rechts oben an der inneren Kelchwand die Mündung des Ganges, der von der jungen *Hoplocampa*-Larve hergestellt wurde. Der Fruchtknoten von der Larve befressen (ca. 3,5 ×).

D. Larven.

a) Morphologie.

Über die äußeren Merkmale der Larven beider *Hoplocampa*-Arten ist in der älteren systematischen Literatur wenig mitgeteilt. Weder André noch Konow geben eine genaue Beschreibung. Nach ersterem ist die Larve von *H. minuta* 8 mm lang, vollständig bräunlich-gelb mit Brustfüßen und harter Kopfkapsel. Sie trägt zahlreiche Furchen, ist aufgetrieben, dickbauchig und hat 20 Beine. Konow beschreibt die Larve folgendermaßen: Farbe gelbbraun, mit dunklerem Kopf und schwarzen Augen, Länge 9–10 mm. Enslin führt an: „Die 20füßige Larve ist gelbbräunlich weiß, der Kopf dunkler, die Augen schwarz. Die Larve hat einen Wanzengeruch.“ — Die Larve von *H. flava* ist nach Enslin noch nicht beschrieben.

In der angewandten Literatur wird, abgesehen von der Arbeit von Grandi, vorwiegend die Larve von *H. minuta* erwähnt und als gelbweiße oder gelbbräunlichweiße Afterraupe mit gelbem Kopf, geringer Behaarung, 20 oder 22 Beinen geschildert.

Diese Hinweise beziehen sich übereinstimmend auf nur ganz wenige Merkmale in Farbe und Größe. Die Zahl der Häutungen und die Eigentümlichkeiten der einzelnen Stadien werden nicht berücksichtigt.

Im folgenden gebe ich zunächst einige allgemeine Merkmale für die Larven beider Arten:

Allgemeine Merkmale: Körper gewulstet, hell weißlich bis grünlichweiß oder gelblich, mehr oder weniger zylindrisch, gekrümmt; 13 deutliche Segmente; Segment 1 und 4 mit 11 tragen Stigmen; Stigma am 1. Segment am größten. Kopf braun oder orangegelb. Kopf und die letzten beiden

Segmente spärlich behaart. Auf jedem Körperwulst in der Rückenlinie einige aufrechte Haare. 3 Paar kräftige Brustfüße mit dunkel chitinisierten gebogenen Klauen, vorletztes Fußglied deutlich verdickt; 6 Paar Bauchfüße, 1 Paar Nachschieber; letztes Rückensegment in der ganzen Breite, vorletztes etwas schmäler chitinisiert; auf dem drittletzten Segment die Chitinplatte nur angedeutet. Diese Afterplatten treten gleich nach der Häutung weniger stark hervor als später. Ihre Farbe ist gelblich bis dunkelbraun bis tiefschwarz und entspricht jeweils der Farbgebung des Kopfes.

Die durch die vier Häutungen voneinander abgegrenzten fünf Larvenstadien lassen sich durch die Größe der Kopfkapsel (Entfernung zwischen Scheitel-Mandibelansatz) unterscheiden. Im folgenden sind die wichtigsten speziellen Merkmale angeführt:

Hoplocampa minuta:

Erstes Stadium. Kopf braun bis dunkelbraun, Chitinplatten am letzten und vorletzten Segment, ebenfalls braun, Kopfmaße ca. 243—281 μ (Abb. 22).

Zweites Stadium. Kopf schwarzbraun, Chitinplatten am letzten und vorletzten und drittletzten Segment ebenfalls schwarzbraun, Kopfmaße ca. 400 μ.

Abb. 22. 1. Larvenstadium von *H minuta* (ca. 15 ×).

Drittes Stadium. Kopf schwarzbraun, Chitinplatten an den drei letzten Segmenten ebenfalls schwarzbraun, Kopfmaße ca. 597 μ.

Viertes Stadium. Kopf hell gelblich, Chitinplatten an den drei letzten Segmenten hellbräunlich, Kopfmaße ca. 805 μ.

Fünftes Stadium. Kopf hell gelblich, Chitinplatten an den drei letzten Segmenten hellbräunlich, Kopfmaße ca. 929 μ.

Hoplocampa flava:

Erstes Stadium: Kopf gelblich, Chitinplatten gelblich am letzten und vorletzten Segment schwach angedeutet, Kopfmaße ca. 337—415 μ (Abb. 23).

Abb. 23.

Abb. 24.

Zweites Stadium. Kopf gelb bräunlich, Chitinplatten ebenso an den beiden letzten Segmenten, Kopfmaße ca. 534—558 μ (Abb 24).

Drittes Stadium. Kopf gelbbraun, gelbbraune Chitinplatten an den drei letzten Segmenten, Kopfmaße ca. 683 μ (Abb. 25).

Abb. 25.

Abb. 26.

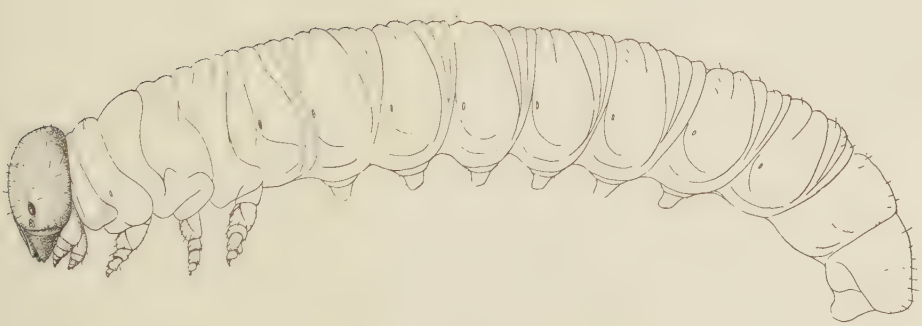


Abb. 27.

Abb. 23—27. Die 5 Larvenstadien von *H. flava*, mit Ausnahme von Abb. 27 ca. 30fach vergrößert. Aus Raummangel ist das 5. Stadium in nur 15facher Vergrößerung gebracht.

Viertes Stadium. Kopf hellgelb braun, helle Chitinplatten an den drei letzten Segmenten, Kopfmaße ca. 915 μ (Abb. 26).

Fünftes Stadium. Kopf gelborange, helle Chitinplatten an den drei letzten Segmenten, Kopfmaße ca. 1051 μ (Abb. 27.)

Im allgemeinen sind die im gleichen Stadium befindlichen älteren Larven von *H. flava* und *minuta* sehr schwer zu unterscheiden. Für eine genaue Diagnostizierung ist ein großes Vergleichsmaterial notwendig. Abgesehen von den Maßen der Kopfkapsel variiert die Farbe der Köpfe, besonders wenn die Untersuchung gleich nach der Häutung stattfindet. Einige Merkmale seien hier angeführt. Die *minuta*-Larven sind in der Gestalt gleichmäßig schlank, ihr Körper läuft allmählich spitz zu. Die *flava* Larven besitzen einen dickeren Körper, der sich nach dem Hinterende zu unmittelbar verjüngt. Die Farbe von Kopfkapsel und Afterplatten ist bei *minuta* bedeutend dunkler als bei *flava*, wo sie mehr ins Gelbliche spielt. Das beste Unterscheidungsmerkmal bildet die Form des Kopfes und besonders die der Mandibeln (Abb. 28). Diese sind meist bei *flava* plump dreieckig und weniger tief gezähnt, bei *minuta* länger ausgezogen und mit tief eingeschnittenen Zähnen versehen.

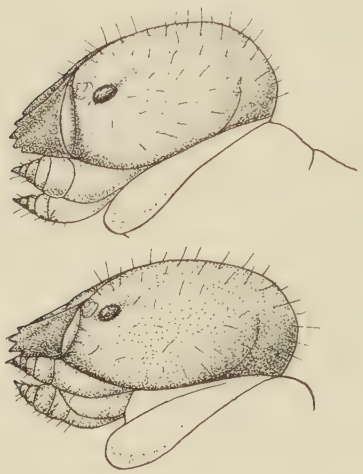


Abb. 28. a) Kopf der Larve von *H. flava*, b) Kopf der Larve von *H. minuta* (ca. 30 ×).

b) Biologie.

1. Larvenentwicklung.

Sie fällt in Deutschland je nach der geographischen Lage in die Monate April, Mai und Juni und vollzieht sich fast vollständig in den Früchten der Nährpflanze. Die gesamte Larvendauer in der Zucht nahm durchschnittlich 22 – 24 Tage in Anspruch, doch kann sie gegebenenfalls länger oder kürzer sein. Ähnlich lange Perioden geben Nodzu und Harukawa für *Hoplocampa pyricola* in Japan an. Nach Nodzu dauert die Entwicklung von *Hoplocampa pyricola* 20—25 Tage, nach Harukawa etwa 20,4 Tage. Der letzte Autor stellte aber fest, daß bei hohen Temperaturen schon nach 5,4 Tagen die Larven die letztbewohnte Frucht verließen. Solche extrem kurze Entwicklungszeiten habe ich bisher weder im Freien beobachten noch experimentell in Zuchten hervorrufen können.

Die Larvenperiode wird durch vier Häutungen in fünf Abschnitte zerlegt. Die Häutungen finden nach meinen Beobachtungen immer in

den Früchten statt. Die abgeworfene Kopfkapsel bleibt, an der Larvenhaut hängend, unbeschädigt erhalten. Diese ist bis zu den beiden letzten Analsegmenten stark geschrumpft; die Analsegmente sind sehr gut zu erkennen, ebenso auch die Brustfüße. — Die abgestreifte Larvenhaut ist meist mit einer Reihe von Kotklümpchen zu einer festen Masse verklebt. In der Regel vollzieht sich bei den letzten Larvenstadien in ein und derselben Frucht nur eine Häutung. In den ersten Stadien habe ich überwiegend zwei, gelegentlich auch drei Häutungen in einer Frucht festgestellt. Die Häutung läßt sich direkt nur beobachten, wenn man die betreffende Frucht öffnet. Damit entsteht aber für die Larve eine Änderung der Umweltfaktoren, was sich störend auswirken kann. Infolgedessen setzt man Larven, auf deren normale Weiterentwicklung bis zur Puppe in der Zucht man Wert legt, dieser Untersuchung nicht aus. Man ist also nicht in der Lage, für sie den ganz genauen Zeitpunkt der Häutung anzugeben, sondern kann nur nach ihrer Überwanderung in die nächste Frucht an der zurückgelassenen Kopfkapsel nachweisen, daß die als Zweihäuter in der Frucht eingedrungene Larve sie nach entsprechend langer Zeit als Dreihäuter verlassen hat.

Um die Zeitspanne, die für die Häutung in Frage kommt, noch genauer zu bestimmen, könnte man bei Larven vom dritten bis fünften Stadium versuchen, aus der Lage der zurückgelassenen Larvenhaut Schlüsse zu ziehen. Ist sie unmittelbar in der Nähe des Einbohrloches lose liegend zu finden, so würde dies darauf hinweisen, daß die Häutung bald nach dem Eindringen in die Frucht stattfand. Diese Vermutung hat sich mir mehrfach bestätigt, als ich Früchte öffnete, in die die Larven ca. 6 Stunden vorher eingewandert waren. Ist die Larvenhaut stark mit hartem Kot zusammengebacken, so liegt die Häutung zeitlich weiter zurück.

2. Dauer der Entwicklung.

In meinen Zuchten habe ich für die einzelnen Larvenstadien folgendes feststellen können.

Larve	1	ca.	9	Tage
„	2	„	7	„
„	3	„	4	„
„	4	„	3—4	„
„	5	„	3	„

Dabei ist zu berücksichtigen, daß starke Abweichungen in Abhängigkeit von der Größe der Frucht und der Sorte vorkommen. Innerhalb der gesamten Larvenperiode können sowohl alle Stadien als auch die ersten oder die letzten länger oder kürzer vorhanden sein. Dies trifft ganz besonders für den Entwicklungsverlauf im Freien zu. So ist auch hier das zeitliche Nebeneinander der einzelnen Stadien in weitestem Maße zu beobachten. Es wurde oben schon hervorgehoben, daß Flug und Eiablage

sich über 8—10 Tage erstrecken können. Dazu kommt noch, daß nicht nur das Alter der Eier verschieden ist, sondern daß ihre Entwicklung sich auch noch bisweilen durch äußere Faktoren verzögert. Diese Verhältnisse wirken sich derart aus, daß, wie dies im Frühjahr 1929 der Fall war, im gleichen Obstbaugelände die vier ersten Larvenstadien an ein und demselben Tage (16. Mai 1929) und an Früchten von 2,5–5 mm Länge am selben Baum gefunden worden sind. Gegenüber diesem außergewöhnlichen Fall beobachtete ich alljährlich regelmäßig mindestens die beiden ersten Stadien nebeneinander.

Als Ursache dafür kommt wohl auch eine Beziehung zwischen der Entwicklung der Früchte und derjenigen der Larven in Frage. Gerade während der Anwesenheit der beiden ersten Stadien ist die Nährpflanze, da sie sich im blühenden Zustand befindet, Witterungseinflüssen besonders ausgesetzt. Dies wirkt sich auch auf die Larven aus.

Um den Verlauf der verschiedenen Larvenperioden besser zu veranschaulichen, habe ich einige Ergebnisse meiner Freilandbeobachtungen in den folgenden Tabellen wiedergegeben. Es sind darin die Monatsdaten

Tabelle 10.

Ei- und Larvenperiode der beiden *Hoplocampa*-Spezies.

Ort der Beobachtung: Umgebung von Speyer.

Sorte: Nancy-Mirabelle.

Entwicklungs-Stadien	Erster Befall	Letzter Befall	Maximal-befall	Dauer der Larvenperiode
Eiperiode	28. 4. 29.	10. 5 29.	8. 5. 29.	12 Tage
1. Larven-Stadium	1. 5. 29.	16. 5 29.	11. 5. 29.	15 „
2. „ „	3. 5. 29.	20. 5. 29.	15. 5. 29.	17 „
3. „ „	7. 5. 29.	24. 5. 29.	20. 5. 29.	17 „
4. „ „	12. 5. 29.	30. 5. 29.	26. 5. 29.	12 „
5. „ „	20. 5. 29.	5. 6. 29.	1. 6. 29.	16 „

Tabelle 11.

Ort der Beobachtung: Deidesheim 1929.

Sorte: Nancy-Mirabelle.

Entwicklungs-Stadien	Erster Befall	Letzter Befall	Maximal-befall	Dauer der Larvenperiode
Eiperiode	5. 5. 29	11. 5. 29.	6. 5. 29.	6 Tage
1. Larven-Stadium	10. 5. 29.	16 5. 29.	12. 5. 29.	6 „
2. „ „	13. 5. 29.	22. 5. 29.	20. 5. 29	6 „
3. „ „	20. 5. 29.	27. 5 29.	22. 5. 29.	4 „
4. „ „	25. 5. 29.	3. 6. 29.	31. 5. 29.	6 „
5. „ „	1. 6. 29.	7. 6. 29.	6. 6. 29.	6 „

Tabelle 12.

Ort der Beobachtung: Freinsheim 1929.
Sorte: Spilling.

Entwicklungs-Stadien	Erster Befall	Letzter Befall	Maximal-befall	Dauer der Larvenperiode
Eiperiode	2. 5. 29.	16. 5. 29.	7. 5. 29.	14 Tage
1. Larven-Stadium	10. 5. 29.	20. 5. 29.	16. 5. 29.	10 „
2. „ „	12. 5. 29.	24. 5. 29	20. 5. 29.	12 „
3. „ „	22. 5. 29	31. 5. 29.	24. 5. 29.	9 „
4. „ „	27. 5. 29.	3. 6. 29.	31. 5. 29.	7 „
5. „ „	2. 6. 29.	8. 6. 29.	7. 6. 29.	6 „

für Beginn, Ende, Maximum und Dauer der Stadien aufgezeichnet. Der Vollständigkeit halber ist auch die Eiperiode und für Freinsheim die Witterung aufgeführt (Tabelle 10—13).

Aus den Tabellen geht hervor, daß die Entwicklung sich sogar über 27 bis 32 Tage hinziehen kann. Es überrascht das außergewöhnlich späte Auftreten der ersten Larven, das zum Teil erst in der dritten Maiwoche fällt. Dieser Termin erscheint sehr spät im Vergleich mit dem Befall im Jahre 1928, wo am 17. Mai vorwiegend Larven des 3. und 4. Stadiums an den gleichen Bäumen auftraten. Dementsprechend war damals der Beginn der Eiperiode in den ersten Apriltagen und das Erscheinen der ersten Larven in der ersten Maiwoche festgestellt worden. Es liegt nahe, die augenscheinliche Verzögerung im Jahre 1929 mit den besonderen Witterungsbedingungen des Winters und Frühjahrs 1929 in Beziehung zu setzen, die bewirkten, daß im März noch außergewöhnlich tiefe Temperaturen herrschen.

3. Fraß der Larven.

Die frischgeschlüpfte Larve wandert entweder über den Kelchausschnitt in das Innere der Blüte, oder sie frißt sich direkt vom Boden der Eitasche aus durch die Kelchwand hindurch. Dieser Vorgang nimmt etwa 12—15 Minuten in Anspruch, je nachdem die Larve der Lage der Eitasche entsprechend den Fraßgang direkt quer durch die Kelchwand oder schräg nach der Blütenbasis zu legt. Im ersten Fall befindet sich seine Öffnung weiter oben an der Kelchwand zwischen den Staubgefäßen. (Abb. 21.) Im letzten Fall liegt sie dem Fruchtknoten benachbart, und die Larve könnte, ohne ihre Richtung zu ändern, unmittelbar in ihn eindringen. Dies findet jedoch nur sehr selten statt. Die junge Larve macht sich nicht sofort seßhaft. Ich konnte feststellen, daß sie in der Regel einige Stunden und länger in der Blüte umherwandert. Ihr Weg ist durch Kotteilchen bezeichnet, da sie während dieser Zeit die Kelchwand und den Fruchtknoten befrißt, an dem sie dabei flache grübchenartige

Tabelle 13.

Witterung in Bad Dürkheim-Freinsheim während der Larvenperiode der beiden *H*-Arten.

Datum	Temperatur in C		Relative Feuchtigkeit (Tagesmittel)	Niederschlag in mm	Sonnenschein und Regen
	Max.	Min.			
1. 5. 29	10,9	4,8	74,7	2,0	vorm. zeitw. Regen, nachts Regen.
2. 5. 29	11,8	4,0	78,0	3,0	„ „ „ Sonnenschein, nachts Regen
3. 5. 29	12,7	5,7	75,0	6,7	Sonnenschein.
4. 5. 29	15,4	5,9	63,7	—	„
5. 5. 29	21,0	6,1	62,0	—	„
6. 5. 29	25,7	8,7	50,0	—	„
7. 5 29	18,5	10,8	69,0	—	„ , Regen.
8. 5. 29	23,0	7,3	61,7	1,1	„
9. 5. 29	15,2	9,4	76,7	—	zeitweise Regen.
10. 5. 29	19,0	3,2	70,0	0,7	Sonnenschein.
11. 5. 29	20,4	4,3	64,0	—	„
12. 5. 29	21,4	6,9	64,7	—	„
13 5. 29	19,8	10,7	57,0	—	„
14. 5. 29	19,3	5,5	66,0	—	„
15. 5. 29	17,7	8,7	56,7	—	„
16. 5. 29	15,8	9,7	69,0	—	um 10^{00} Regen 1 und Regen 0—1; 12^{00} Regen 1
17. 5. 29	16,8	5,8	60,0	3,0	Sonnenschein.
18. 5. 29	13,5	7,7	82,7	—	Regen 0—1.
19. 5. 29	13,3	6,9	84,7	5,0	„ „ , Sonnenschein.
20. 5. 29	18,2	2,3	73,0	0,1	Sonnenschein.
21. 5. 25	22,0	5,2	67,0	—	„
22. 5. 29	24,5	6,7	62,7	—	„
23. 5. 29	25,1	7,9	62.0	—	„
24. 5 29	27,0	9,3	62,7	—	„ , nachmittags Regen.
25. 5. 29	29,9	10,9	52,7	—	„
26. 5. 29	30,6	13,3	50,0	—	„
27. 5. 29	31,0	13,3	48,0	—	„
28. 5 29	28,6	16,1	51,7	—	„
29. 5 29	23,3	15,0	73,0	—	„
30. 5. 29	23,0	11,8	60,0	3,0	„ , von 15^{50}—18^{00} Regen 0—1.
31. 5. 29	24,0	7,9	48,0	—	„
1. 6. 29	21,0	10,9	55,7	—	„
2. 6. 29	21,5	6,5	58,0	—	„
3. 6. 29	24,0	5,9	60,0	—	„ , gegen Abend u. nachts Regen 0—1.
4. 6. 29	18,5	11,4	79,0	3,5	„ , tagsüber zeitweise Regen 0—1, nachts Regen 0—1.
5. 6. 29	16,8	9,7	75.0	0,7	vorm. zeitw. Regen 0—1, gegen Abend Regen 0—1.
6. 6. 29	17,9	9,9	80,0	7,0	vormittags und abends Regen 0—1, nachts Regen 1, Sonnenschein.
7. 6. 29	19,2	13,2	73,7	5,5	Sonnenschein, abends und nachts Regen 0—1.
8. 6. 29	24,2	13,0	84,0	2,7	„ Regen v. 8^{10}—9^{00}, nachts v. 11^{00}—12^{30}.

Vertiefungen verursacht (Abb. 21). Aus Menge und Beschaffenheit des Kotes läßt sich auf die Zeitdauer des Umherstreifens der Larve schließen. Diesen äußerlichen Fraß übt sie nicht nur in derjenigen Blüte, in der sie geschlüpft ist. Sie dehnt ihre Wanderungen auch von einer zur anderen Blüte aus. So kommt es, daß man in Blüten, an denen gar keine Ablagen vorhanden sind, Kot und den eben geschilderten typischen Fraß der Larve im ersten Stadium entdeckt. Umgekehrt läßt sich in mit Eitaschen versehenen Blüten wohl Kot auffinden, jedoch ist weder eine frei umherwandernde noch eine im Fruchtknoten befindliche Larve vorhanden.

Schon von der Larve im ersten Stadium wird der Fruchtknoten meist im oberen Drittel angegriffen, wo sie sich einbohrt. Das Einbohrloch ist rund-

Abb. 29. Junge Frucht durchschnitten, mit Beginn des Larvenfraßganges (ca. 3,5 ×).

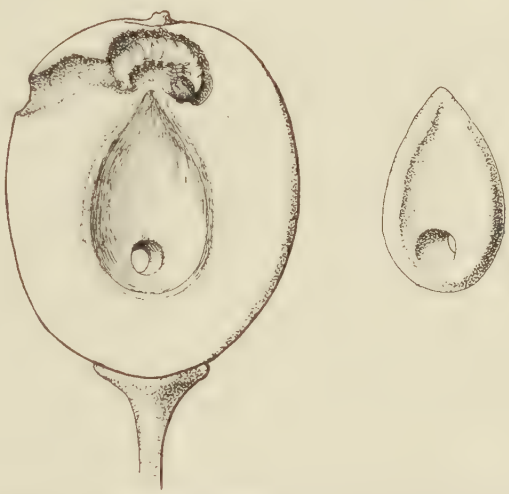


Abb. 30. Der Länge nach halbierte *Prunus*-Frucht mit der jungen *Hoplocampa*-Larve im Fruchtfleisch und einer Fraßstelle am Kern, die von einer älteren Larve berührt (ca. 3,5 ×).

oval, sein Durchmesser entspricht dem des Larvenkopfes. Bei *H. flava* ist er entsprechend dem plumperen Körper etwas größer als bei *H. minuta*. Die Ränder erscheinen verfärbt und sind manchmal nach einiger Zeit von einer ringförmig zusammengedrückten (Fintescu) oder lose hängenden Kotanhäufung umgeben. Nach dem Eindringen nagt die Larve einen kurzen Gang (Abb. 29), den sie zu einer rundlichen Höhle erweitert. Zwischen dieser und dem oberen Teil des Einbohrloches bleibt eine Wand bestehen. Das Dach der Höhle nach außen wird von einer dünneren Schicht Metacarp und der darüber liegenden Epidermis gebildet. Mit fortschreitendem Fraß bleibt hier nur noch die Epidermis übrig, die sich wie eine dünne Membran als Dach über die Höhle spannt. Hier liegt die gekrümmte Larve auf der Seite. Die Exkremente häufen sich hinter ihr allmählich auf. Die Larve frißt

an der inneren Höhlenwand, in die sie mehrere ihrem Kopfmaß entsprechende Nischen hineinlegt, die schließlich zusammenstoßen und ineinander übergehen (Abb. 30). So wird die Höhle später derart erweitert, daß sie sich auf ein Drittel des Fruchtfleisches erstrecken kann. In der Höhle erfolgt die Häutung.

Nach der Häutung verhält sich die Larve im zweiten Stadium zunächst wie vorher, indem sie ein Stück weit die Höhle durch ihren Fraß vergrößert. Auch die zweite Häutung findet meist noch in der erweiterten Höhle statt. Früher oder später geht die Larve entweder im zweiten oder dritten Stadium zu folgendem charakteristischen Fraß über.

Abb. 31.
Junge *Prunus*-Frucht geöffnet mit Fraßgängen des 1.—3. Larvenstadiums von *Hoplocampa flava* (ca. 3,5 ×).

Abb. 32.
Junge *Prunus*-Zucht von der *Hoplocampa*-Larve wieder verlassen (3,5 ×).

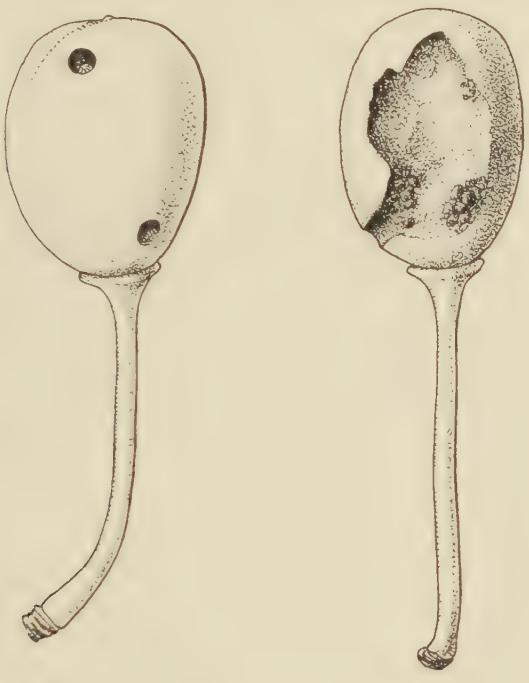
Abb. 33.
Junge *Prunus*-Frucht mit unregelmäßigen Fraßgängen im Fruchtfleisch verursacht von den ersten Larvenstadien von *H. flava* (ca. 3,5 ×).

Sie stellt von der Höhle aus einen Gang nach dem Kern her. Er mündet unterhalb dessen Spitze (Abb. 31). Hier greift die Larve an. Sie durchfrißt die Kernhaut, frißt auch hier zuerst eine kleine Höhlung aus und ernährt sich jetzt vom Kernfleisch. Auch diese zweite Höhle wird bald mit Kot gefüllt, während der zuführende Gang frei bleibt.

Im 1. oder 2. Stadium bleibt die Larve meist nicht allein in ihrer Frucht. Eine zweite Larve, die sich schon im 2. oder 3. Stadium befindet, dringt durch einen neuen Gang oder den bereits vorhandenen ein. Nach kurzem Fraß im Fruchtfleisch greift sie den Kern an. Beide Larven bewohnen nun die Frucht gemeinsam und verlassen sie später innerhalb kurzer Zeit. Viele der jungen Früchte sind bei starkem Befall zeitweise

sogar dreifach besetzt und werden auch dementsprechend gleichzeitig frei. An der ersten Überwanderung beteiligen sich also häufig 3 verschiedene Stadien. Sie ist als Hauptüberwanderung zu betrachten und hat für die Bekämpfung große Bedeutung. Auf sie folgt ein starker Abfall der verlassenen Früchtchen, der deutlich in Erscheinung tritt.

Häufig steht die Larve schon vor der zweiten bezw. dritten Häutung, wenn der Kern noch nicht völlig ausgefressen ist. Sie verläßt dann entweder trotzdem die Frucht durch einen neuen Gang oder macht eine weitere Häutung in ihr durch, um erst dann eine weitere Frucht auf-



a *b*

Abb. 34. a) *Prunus*-Frucht von der *Hoplocampa*-Larve verlassen.
b) Geöffnete ausgefressene Frucht (ca. 3,5×).

zusuchen. Die Ausbohröffnung hat die dem Larvenkopf entsprechende Größe, ist also größer als die Einbohröffnung. Der in sie mündende Ausführgang bleibt frei von Kot, so daß sein Verlauf von der Öffnung aus eine kurze Strecke weit verfolgt werden kann.

Um zu einer neuen Frucht zu gelangen, muß die Larve im ersten, zweiten oder dritten Stadium einen ziemlich weiten Weg zurücklegen, denn zu dieser Zeit haben sich die Blüten häufig noch nicht gereinigt. In einem solchen Fall klimmt sie über den halb vertrockneten Kelch hinunter zum Blütenstiel, den sie abwärts wandert, um an seinem Ende auf einen

weiteren überzugehen, auf dem sie zu der nächsten Frucht kriecht. Auch jetzt wird hie und da äußerlicher Fraß ausgeübt. Der dabei abgegebene Kot sammelt sich häufig zwischen dem verbreiterten Fruchtstiel und dem Fruchtansatz an. Die Larve dringt fast immer nahe der Spitze der Frucht in diese ein. Vom Eingang aus wird direkt ein schräg abwärts ziehender Gang hergestellt, der wieder unterhalb der Kernspitze mündet. Manchmal greift jetzt die Larve, obgleich sie den Kern erreicht hat, diesen nicht an, sondern verläßt die Frucht wieder (Abb. 32). Sie stellt auch öfter

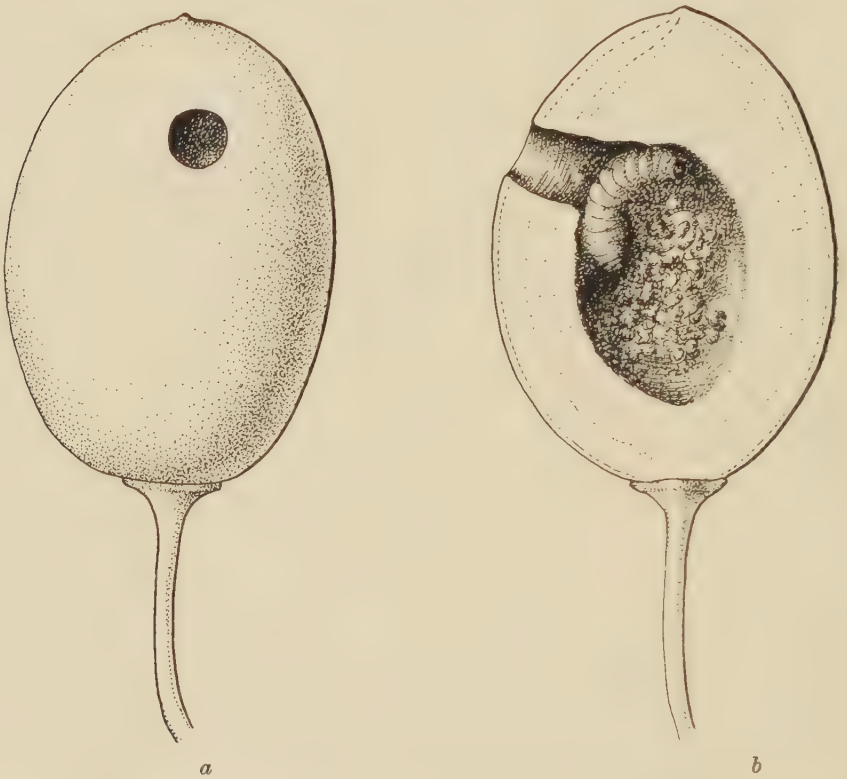


Abb. 35. a) Junge *Prunus*-Frucht geschlossen, b) geöffnet mit der nahezu erwachsenen *Hoplocampa*-Larve im Innern (ca. 3,5 ×).

im Fruchtfleisch flache unregelmäßige Gänge her, die mit Kot bedeckt sind, um sich dann wieder aus der Frucht herauszubohren. (Abb. 33) Nach so kurzem Aufenthalt benutzt sie dann meist den Eingangskanal. Bleibt die Larve in der einmal aufgesuchten Frucht, so frißt sie wie oben geschildert im Kernfleisch. Bis zur dritten resp. vierten Häutung verzehrt sie etwa die Hälfte des weichen saftigen Kernes. Der Kot ist von jetzt ab wesentlich feuchter und anfänglich heller. Er wird zuerst in den Eingangskanal zurück geschafft, später sammelt er sich um die Larve an. Beim Verlassen der Frucht stellt sich die gehäutete Larve

einen neuen Gang durch das Fruchtfleisch her, der zum ersten Kanal in entgegengesetzter Richtung verlaufen kann, sehr häufig aber auch nicht weit von ihm auf der gleichen Seite der Frucht nach außen mündet.

Wenn die Larve im dritten Stadium die Frucht verläßt, ist der Inhalt des Kernes aufgezehrt, es bleibt meist nur die eine Hälfte der Kernschale unbeschädigt. In der nächsten Frucht frißt sie auch die Kernhaut und darüber hinaus runde grubenartige Vertiefungen in das an die Kern-

a *b*

Abb. 36. a) *Prunus*-Frucht von der erwachsenen *Hoplocampa*-Larve verlassen, b) dieselbe Frucht geöffnet (ca. 3,5 ×).

haut anstoßende Fruchtfleisch (Abb. 34). Vom 4. Larvenstadium ab wird das Fruchtfleisch nur soweit zerstört als dies für die Herstellung des zum Kern führenden Ganges notwendig ist (Abb. 35). Das letzte Larvenstadium verläßt die Frucht in der Regel, wenn der Kern nur zum Teil aufgezehrt ist (Abb. 36). — In den drei letzten Stadien wird äußerlicher Fraß nicht mehr ausgeübt, doch versucht die Larve sich gelegentlich in bewohnte und unbewohnte Früchte einzubohren, indem sie mit dem Kopf eindringt, dann aber die Frucht wieder verläßt.

4. Äußere Kennzeichen für den Larvenbefall.

Während der Blüte ist die Feststellung des Larvenbefalles schwierig. Die Fruchtknoten ebenso wie die Larven sind sehr klein und schwer sichtbar. Die Beobachtung der ersten Larve ist daher im Freiland schwieriger als die Erkennung der Eiablagen. Haben sich die Fruchtknoten erst einmal gereinigt, so tritt der Befall eher hervor. Er wird an dem Ein- und Ausbohrloch sichtbar. Bei Früchten von 5 mm Länge hat das Einbohrloch meist eine Größe von 1—1,5 mm, ist schwarz verfärbt und fällt infolgedessen auf. Je größer die Früchte werden und je freier sie stehen, desto mehr treten die Löcher in Erscheinung.

In der Regel weist an den Früchten, die länger als 2 mm sind, das Vorhandensein eines Loches darauf hin, daß sich im Innern eine Larve befindet, während zwei Löcher erkennen lassen, daß die Larve die Frucht wieder verlassen hat. Die Löcher sind ungleich groß, weil die Larve während ihres Aufenthalts eine Häutung durchgemacht hat und der Ausbohrkanal infolgedessen ihrem vergrößerten Kopf- und Körperumfang entspricht. Das Ausbohrloch liegt häufig ganz in der Nähe des Einbohrloches. Es ist ovaler als dieses, und an Früchten, die vom Einhäuter und Zweihäuter verlassen werden, ist der Lochrand an einer Seite membranartig und vertrocknet. Manchmal haben Früchte aber auch nur ein Loch, ohne im Innern eine Larve zu enthalten. Bei Vorhandensein von zwei Löchern befindet sich am kleineren meist außerhalb etwas Kot. Die sogenannte „Harzträne“ habe ich niemals angetroffen. Während ältere Früchte durch die Anwesenheit der Larve im Innern ihre Farbe nicht verändern, nehmen kleine ca. 4 mm lange Früchtchen häufig schwärzliches Aussehen an, d. h. die Frucht als solche verfärbt sich nicht, doch durch die Epidermis schimmern schwärzliche Stellen hindurch. Es sind die in der Höhle der Eilarve dicht unter der Epidermis lagernden Kotansammlungen.

5. Auswahl der Früchte.

Die Larve kann während ihrer ganzen Entwicklung 4—5 mal eine neue Frucht aufsuchen. Trifft sie dabei eine Auswahl? Nach meinen Beobachtungen scheint das Auswahlvermögen im dritten und vierten Stadium nicht derart ausgeprägt zu sein, daß es die Larven nur auf unbewohnte Früchte hinweist. Gerade zu dieser Zeit kann man beobachten, daß Larven versuchen sich in Früchte einzubohren, die bereits bewohnt sind. Häufig dringen sie dann nur wenig ins Innere ein, seltener fressen sie sich tiefer und treffen auf die vorhandene Larve. Dann verläßt immer die neuhinzugekommene Larve die Frucht. Sie benutzt dabei entweder den eigenen Eingangskanal oder stellt einen neuen Ausgang her. So kommt es, daß Früchte bisweilen mehrere Öffnungen aufweisen. Kernlose Früchte, die ich gelegentlich fand und solche, die bereits aus-

gefressen waren, verläßt die Larve fast immer durch den Eingangskanal, den sie dann aber etwas erweitert.

Ein Umkehren der Larve ist aber nicht nur bei bewohnten, angefressenen oder kernlosen Früchten zu beobachten. Während der Dauer des letzten Larvenstadiums findet man besonders häufig Früchte, in denen ein kurzer Versuch des Eindringens gemacht wurde. Ich habe Larven beobachtet, die 2—3 unversehrte Früchte anbohrten, ohne weiter als mit dem Kopf einzudringen und erst in der 4. Frucht bleiben. Die Einbohrversuche werden bei großer Trockenheit öfter vorgenommen.

Bringt man dieses Verhalten der Larve in Verbindung mit ihrer zu erwähnenden guten Disposition zur Fortbewegung, so kommt man zur Überzeugung, daß die *Hoplocampa*-Larve bei der Überwanderung recht gut eine Zeitlang außerhalb der Früchte existieren kann. Ich habe diese Frage auch experimentell nachgeprüft und konnte noch nicht völlig entwickelte Larven 4—5 Tage in Glasgefäßen außerhalb von Früchten lebend erhalten. Die Bedeutung dieser Tatsache für die Bekämpfung soll später noch berührt werden.

6. Größenverhältnis von Früchten und Larven.

Das Größenverhältnis von Früchten und Larven kann nur ungefähr angegeben werden. Denn wie ich schon betonte, können zwei bis drei Stadien gleichzeitig vorhanden sein und sich in Früchten von annähernd gleicher Größe befinden (Abb. 30). Dazu kommt noch, daß die verschiedenen *Prunus*-Sorten verschieden große Früchte aufweisen. Gleichwohl lassen sich verschiedene Anhaltspunkte geben.

Der beginnende Fraß der Larven im 1. und 2. Stadium wird an Fruchtknoten ausgeübt, die eine Länge von etwa 0,5—2 mm haben. Die Blütenkelche sind noch nicht abgefallen, aber die Ablösung ihres basalen Teiles beginnt. Das dritte Larvenstadium ist meist in Früchten von 2—5 mm Länge zu finden. Das 4. Stadium trifft man in Fruchtknoten von 5 mm Länge an aufwärts. Die von den beiden letzten Stadien besuchten Früchte messen bis zu 18 mm in der Länge. Bei einigen Sorten können sie noch etwas größer sein.

7. Aufenthaltsdauer der einzelnen Stadien in den Früchten.

Die Aufenthaltsdauer in den Früchten entspricht nicht der Lebensdauer eines Stadiums. Jene ist kürzer als diese. Nach meinen Beobachtungen in der Zucht läßt sich für die Larve im ersten und zweiten Stadium, wenn sie einmal in einem Fruchtknoten seßhaft geworden sind, mindestens ca. 8—9 Tage als Aufenthalt angeben. Wie ich früher bereits ausführte, (S. 47) pflegt besonders das erste Larvenstadium zu vagabundieren, ehe es sich zum Eindringen in eine Frucht entschließt. Die Angabe Fintescus, daß die Larve 48 Tage in einer Frucht zubringt,

konnte ich nicht bestätigen. Vom dritten Stadium ab habe ich die Larve selten länger als drei bis vier Tage in einer Frucht beobachten können.

8. Zahl der geschädigten Früchte.

Im Verlauf ihrer Entwicklung bewohnt jede Larve für kürzere oder längere Zeit durchschnittlich drei bis vier Früchte, häufig dagegen 5 oder 6, in einzelnen Fällen nur drei. Damit ist die Zahl der von ihr geschädigten Früchte jedoch noch nicht erreicht, da im ersten Stadium oft zwei bis drei Fruchtknoten äußerlich angenagt werden. Auch dadurch wird meist die weitere Fruchtentwicklung unmöglich gemacht.

9. Folgen des Larvenbefalls.

Der durch den Larvenbefall entstehende Schaden liegt darin, daß während der ersten vier Wochen der Entwicklungszeit der Früchte sich ein ständiger Fruchtausfall vollzieht, der die Ernte wesentlich beeinträchtigt. (Über den physiologischen Abfall siehe S. 64). Ob neben dieser Ertragsschädigung auch eine ungünstige Einwirkung auf den Wachstumszustand des Baumes erfolgt, läßt sich schwer beurteilen. Sie würde sich wohl erst nach jahrelang gleichbleibendem starkem Befall bemerkbar machen können. Dieser Fall tritt jedoch praktisch wohl nicht ein, da der Obstzüchter schon vorher solche ertraglosen Bäume aushaut.

10. Wanzenduft der Larven.

Erst im letzten Larvenstadium scheidet die Larve einen scharfen Duft aus, der dem Geruch der Beerenwanzen ähnelt. Er haftet ihr auch noch in hohem Grade an, wenn sie sich längere Zeit außerhalb der Frucht aufhält. Die Stinkdrüsen sind ihm Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht worden. Der Geruch nach Wanzen bietet ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegenüber anderen zur gleichen Zeit auftretenden Larven an *Prunus*. Darauf werde ich bei der Differentialdiagnose noch näher eingehen.

11. Lichtempfindlichkeit.

Die Wanderung der Larve auf größeren ebenen Flächen führt immer nach der dem Licht abgewendeten Seite des betreffenden Raumes. Die Raupen zeigen also negativen Phototropismus. Dies geht jedoch nicht so weit, daß sie unter allen Umständen sofort in Schlupfwinkel zurückgehen, sobald sie dem Licht ausgesetzt sind, selbst wenn ihnen solche zur Verfügung stehen, wie dies in Zuchtgefäßen der Fall war.

12. Fortbewegung.

Die Larve bewegt sich von einer Frucht zur anderen und am Boden kriechend fort wie eine freilebende Afterraupe. Das Aufwärtsklettern an

senkrechten Flächen vermeidet sie. Wohl aber vermag sie an schräg geneigten Flächen auf- und abwärts und auch am Deckel der Zuchtgefäße zu wandern. Mit Hilfe ihrer wohlausgebildeten starken und verhältnismäßig langen Brustfüße ist sie befähigt, auch größere Entfernungen als die von einer zur anderen Frucht zu überwinden. Besonders wanderlustig sind die Larven im letzten und vorletzten Stadium. Die weitesten Strecken, die sie in meinen Versuchen zurücklegten, betrugen auf beliebiger Unterlage 8—10 Meter. Doch waren damit die Kräfte der Larven noch nicht erschöpft. Sie vollbringen im Freien weit größere Marschleistungen.

Über die Schnelligkeit der Fortbewegung innerhalb bestimmter Zeitgrenzen stellte ich mit Larven des letzten Stadiums einige Versuche an. Ich nahm Larven, die sich noch in Früchten am Baum befanden und ließ sie auf Papier wandern.

Von 4 Tieren legte

Larve	1	innerhalb	einer	Minute	29	cm	zurück
„	2	„	„	„	34	„	„
„	3	„	„	„	33	„	„
„	4	„	„	„	35	„	„

Nimmt man diese Geschwindigkeit als durchschnittlich an, so müßten die Larven in 30 Minuten folgende Strecken zurückgelegt haben:

Larve	1	in	30	Minuten	8,70	m
„	2	„	30	„	12,75	„
„	3	„	30	„	12,84	„
„	4	„	30	„	12,15	„

Bei der Weiterbeobachtung zeigte sich jedoch, daß dies nicht zutraf. Statt dessen legte

Larve	1	in	30	Minuten	4,21	m	zurück
„	2	„	30	„	4,19	„	„
„	3	„	30	„	3,98	„	„
„	4	„	30	„	4,05	„	„

Die Anfangsgeschwindigkeit wird also schon innerhalb einer halben Stunde verringert. — Trotzdem kann die Dauer der Wanderung ununterbrochen drei bis vier Stunden betragen. Das ist auch in runden Zuchtgefäßen der Fall, wo die Larven 1—2 Tage hindurch sich am äußeren Rand entlang bewegen. Bei ihrer Wanderung über ebene Flächen behalten die Larven unentwegt die einmal eingeschlagene Richtung bei und können nur durch Hindernisse, die im Wege stehen, von ihr abgelenkt werden.

Die eben geschilderte Wanderbereitschaft ist bei Larven, die von selbst auf den Boden gelangt sind, lange nicht in der gleichen Weise vorhanden. Hier herrscht offenbar der Trieb in die Erde einzudringen vor.

13. Reaktion der Larven auf Veränderungen an der Nährpflanze.

Bricht man kleinere Zweige ab, an denen sich bewohnte Früchte befinden, so werden diese nach einigen Stunden von den Larven verlassen. Wenn man Früchte ohne Stiel abpflückt, bohren sich die Larven unmittelbar darauf heraus. Fallen die Früchte vom Baum auf den Boden, wobei die Stiele der älteren Früchte am Baum verbleiben, so werden sie ebenfalls gleich verlassen. Setzt man Larven, die von selbst am Baum aus Früchten auswanderten, an andere am Baum befindliche Früchte, so beginnen sie oft schon nach 30 Sekunden mit dem Einbohren und können innerhalb von weiteren 30 Sekunden völlig in der Frucht verschwunden sein. An Früchten ohne Stiel in Zuchtgläsern erfolgt dagegen das Einbohren meist erst nach längerer Zeit, oft auch garnicht. Im letzten Fall lebten Larven 16—50 Stunden im Zuchtglas umherkriechend ohne in Früchte einzudringen. Der offenbar durch Hunger hervorgerufene Tod trat bei einer Larve nach 16, bei einer anderen nach 50, bei 4 weiteren nach 40 Stunden ein. Diese Beobachtungen zeigen, wie abhängig die Larven vom Zustand ihrer Nährpflanze sind und wie sie von kleinsten Störungen in Mitleidenschaft gezogen werden. Ferner weisen sie darauf hin, daß die Larven eine nicht unbeträchtliche Zeit (ca. 2 Tage) außerhalb der Früchte ohne Nahrungsaufnahme zubringen können, eine Tatsache, die von großer Wichtigkeit für die Bekämpfung ist.

14. Beendigung des Fraßes und Verlassen der Frucht.

Hierüber sind sehr verschiedene Ansichten geäußert worden. Die meisten Autoren geben an, daß die Larven mit der Frucht abfallen, nach Fintescu sollen sie die Frucht vorher mit den Mandibeln vom Fruchtstiel ablösen. Werth äußert die Vermutung, die Larven ließen sich an einem langen Spinnfaden zur Erde herab. Ich selbst habe fast durchweg das Auswandern der Larve aus der bereits abgefallenen Frucht beobachten können. Ganz vereinzelt sah ich, daß Larven sich noch am Baum aus der Frucht ausbohrten und zu Boden fielen. Da die Larven aber im allgemeinen auf ganz leichte Erschütterungen mit Fallenlassen reagieren mag dies auch hier die Ursache gewesen sein. Der Grund für das Verlassen der Frucht war möglicherweise der, daß die Larven auf eine neue Frucht überzuwandern beabsichtigten. Daß, wie Krassilstchik angibt, die in den Früchten abgefallenen Larven sich ausbohren, um noch einmal auf den Baum zu weiterem Befall zurückzukehren, konnte von mir nicht festgestellt werden.

Ziemlich übereinstimmend geben die Autoren etwa Anfang Juni als die Zeit an, zu der die Larve die letzte Frucht verläßt. Sie ist abhängig vom Ort, von der Witterung und von der Größe der Frucht.

15. Eindringen der Larven in den Boden.

Der Zeitpunkt, zu dem die Larven den Boden aufsuchen um hier einzudringen, hängt von dem ganzen Entwicklungsverlauf ab. Wie aus den Tabellen 10, 11, 12 hervorgeht, waren 1929 am Baum die letzten Larven an drei verschiedenen Orten am 5. 6., 7. 6. und 8. 6. festzustellen. Der Beginn der Abwanderung lag am 20. 5., 1. 6. und 2. 6. Auch innerhalb dieser Abwanderungsperiode läßt sich, meistens im zweiten Drittel ein gewisser Höhepunkt wahrnehmen.

Zur Zeit der Abwanderung vom Baum habe ich Tiere gewogen. Larven, die soeben mit dem Fraß aufgehört hatten, wogen nicht unter 14 mg. Bei Larven, die längere Zeit (bis zu 24 Stunden) umherwanderten, variierte das Gewicht von 5—9,5 mg.

Auf dem Erdboden angelangt, dringt die Larve meist gleich in die Erde ein.

Über die dabei benötigte Zeit gibt folgende Tabelle Aufschluß:

Tabelle 14.

Eindringen der Larven in den Boden nach Uhr-Zeit.

Individuen	Am Boden	Beginn des Eindringens	Völlig eingedrungen	Totaldauer
Nr. 1	16,40	16,46	16,48	8 Min.
„ 2	16,50	17,10	17,11	31 „
„ 3	17,15	17,24	17,26	11 „
„ 4	17,27	17,33	17,35	7 „
„ 5	17,37	17,47	17,50	13 „
„ 6	18,02	18,06	18,07	5 „
„ 7	18,10	18,18	18,20	10 „
„ 8	6,40	6,41	6,52	12 „
„ 9	6,54	6,59	7,02	5 „
„ 10	7,05	7,12	7,15	10 „
„ 11	7,16	7,20	7,22	8 „
„ 12	7,25	7,30	7,40	5 „
„ 13	9,30	9,40	9,42	12 „
„ 14	9,45	9,50	9,51	6 „
„ 15	9,55	10,03	10,5	10 „

Von allen 15 Individuen wanderte nur Larve Nr. 2 eine halbe Stunde umher, alle übrigen begaben sich innerhalb 5—13 Minuten in die Erde. Für die Schnelligkeit des Eindringens ist die Beschaffenheit der Erdoberfläche von Bedeutung. Charakteristisch für das Verhalten der Larven ist nämlich, daß sie sich leichter von engen Erdspalten aus, die von kleinen Steinen oder Erdbröckchen gebildet werden, in den Boden eingraben können. Diese Beobachtung fand ich bei Fintescu bestätigt. Larven, die auf eine harte geglättete ebene Erdoberfläche gelangen, wandern längere Zeit — bis zu einer Stunde — umher. Auf der Suche

nach Erdspalten legen sie sogar gelegentlich größere Strecken zurück. Bringt man sie in Erdspalten, so bohren sie sich sofort ein. In Sandböden dringen die Larven viel leichter ein. Hier ist auch die Anzahl der Puppencocons weit größer als in Lehmböden. Unter 1499 gesammelten Cocons stammten 391 aus Lehm- und Letten- und 1108 aus Sandböden.

Längeres Umherwandern vor dem Eindringen läßt sich bei solchen Larven beobachten, die aus der Frucht entfernt und auf den Boden gebracht wurden. Solche Individuen kommen häufig, nachdem sie bereits verschwunden waren, nach etwa 5 Minuten wieder hervor und zwar von einer 4—5 cm vom Eingrabepunkt entfernten Stelle, um die Wanderung wieder aufzunehmen. Vielleicht ist mit dieser Beobachtung die Angabe Krassilstchiks, daß die Tiere, die mit den Früchten abfallen, zurückkehren, um andere anzugreifen, in Beziehung zu setzen.

Um die Zeit festzustellen, die verstreicht, bis die Larve in der ihr günstig erscheinenden Tiefe angelangt ist, habe ich Glaskammern von 1,5 cm Breite mit Erde aufgefüllt und die Larven sich eingraben lassen. Infolge der Schmalheit der Erdschicht waren ihre Bewegungen gut zu verfolgen. Nach durchschnittlich 20 Minuten hatten die Tiere eine Tiefe von 10—15 cm erreicht. Entweder durchsetzten sie die Erde noch einige Zeit lang mit horizontal verlaufenden Gängen oder begannen gleich anschließend mit dem Spinnen der Cocons.

16. Herstellung der Cocons.

Erst im letzten Stadium stellt die Larve Spinnfäden her. Die Verfertigung des Cocons beginnt in der Regel innerhalb der ersten Stunde, die die Larve in der Erde zubringt und dauerte in den erwähnten Glaskammern 24 Stunden. Der Vorgang, der sich sonst der Aufmerksamkeit entzieht, konnte hier gut beobachtet werden. Die Larven lagen auf dem Rücken unmittelbar an der Glaswand, der die eine Körperseite zugekehrt war. Möglicherweise wurden die Tiere hierdurch in ihrer Bewegungsfreiheit in geringem Maße beeinträchtigt und brauchten längere Zeit zur Herstellung der Cocons. In größeren Gefäßen mit Erde fanden sich Gespinste schon nach 20 Stunden vor.

Eine Beschädigung des Cocons während des Spinnens kann wieder ausgeglichen werden, wie folgende Beobachtung zeigt.

Aus normal feucht gehaltener Gartenerde entnahm ich am 16. Juni einen geschlossenen Cocon, der vier Tage vorher gesponnen worden war. Ich schlitze ihn mit einer feinen Nadel längs auf, ließ die normal glasig weiß aussehende darinliegende Larve im Innern und brachte den Cocon wieder 9 cm tief in den Boden. Die Untersuchung am 16. Juni 1929 ergab, daß der Cocon inzwischen vollständig geschlossen worden war.

Gleichzeitig hatte ich einen weiteren Cocon geöffnet, die Larve herausgenommen und ohne den Cocon wieder in die Erde gebracht. Nach

24 Stunden bewegte sich die Larve noch, zeigte aber nicht mehr das typisch glasige Aussehen und schien etwas trockener geworden zu sein. Nach weiteren 24 Stunden war sie bereits braun verfärbt und tot.

Der fertige Cocon hat eine gleichmäßig ovale Gestalt. Seine Länge variiert zwischen 5—6 mm, wobei die kleineren Maße in der Regel für Männchen gelten. Die größte Breite beträgt 2,5—3 mm. Die Außenseite ist entweder leicht gerauht (Abb. 37) und von erdbrauner Farbe, oder mit kleinen Steinchen besät, die ihr oft ein helleres Aussehen verleihen. (Abb. 38.) Solche Cocons erscheinen auch größer, als die glatten. Sie sind in sandigen Böden, die glatten in Lehmböden zu finden. Das Innere des festen Cocons ist von glatter Beschaffenheit und glänzend zigarrenbraun. Ihr Gewicht ohne Inhalt beträgt etwa 13 mg.

Für die Lebenderhaltung der Larve innerhalb des Cocons spielt die Feuchtigkeit des Bodens eine Rolle. So findet man in trockenen Böden,

Abb. 37. Puppencocon von *H. minuta* aus Lehmboden (ca. 6,5 ×).

Abb. 38. Puppencocon von *H. minuta* aus Sandboden (ca. 6,5 ×).

Abb. 39. Puppencocon von *H. minuta* geöffnet mit der vertrockneten Larve im Innern (ca. 6,5 ×).

wenn die Monate Juni und Juli außergewöhnlich regenarm waren, eine große Anzahl von Cocons, in denen die Larven abgestorben zusammengeschrumpft liegen (Abb. 39). Solche Cocons sind äußerlich von solchen, die normale lebensfähige Larven enthalten, nicht zu unterscheiden. Ohne daß also eine größere Anzahl von ihnen geöffnet wird, läßt sich durch einfache Zählung der Puppencocons im Boden noch keine Prognose des Befalles stellen.

17. Bodentiefe des Puppencocons.

Nach Krassilstchik sollen sie 7—9 Zoll (17,5—22,5 cm) tief, nach Theobald dicht unter der Erdoberfläche liegen. Für unsere Verhältnisse in der bayrischen Reinpfalz kann eine Tiefe von 4—12 cm angegeben werden. Über die Verteilung der Cocons auf diese Schichtbreite gibt folgender Versuch Aufschluß.

In 10 zur Zucht benutzten offenen Holzkästen wurden am 31. Mai 1928 verschiedene Bodenarten, aus denen etwa vorhandene Cocons vorher ent-

fernt worden waren, aus stark befallenen Grundstücken gebracht, und befallene Früchte darüber hingestreut. Die Kästen grub ich am gleichen Tag bis zum oberen Rand im Versuchsfeld ein und bedeckte sie mit Erde. Die Untersuchung über die Lage der Cocons fand am 27. Februar 1929 statt. Der Befund ist in folgender Tabelle niedergelegt:

Tabelle 15.

Bodentiefe des Puppencocons.

Erdraum Nr.	Ort und Bodenbeschaffenheit	1—4 cm tief	5—8 cm tief	9—12 cm tief
1	Freinsheim, sandig	—	1	19
2	Speyer, sandig	—	—	8
3	Freinsheim, lehmig	57	50	11
4	Speyer, sandig	5	—	1
5	Freinsheim (Hahnen), lettig .	—	5	—
6	Weisenheim, lehmig	—	2	—
7	Dürkheim, sandig	—	—	1
8	Ranschbach, lehmig	—	3	—
9	Heiligenstein, sandig	—	—	3
10	Deidesheim sandiger Lehm . .	—	3	—
		62	64	33

Die größte Anzahl der Cocons ist aber in einer Tiefe von 1—8 cm vorhanden. Dabei liegen die meisten 5—8 cm tief. Im Hinblick auf die Erdarten zeigt sich, daß die größten Tiefen überall in den sandhaltigen Böden erreicht werden. Eine Bestätigung dieser Feststellung gewann ich bei der Beobachtung der in den Boden eindringenden Larven. Je feinkörniger die einzelnen Bodenteilchen waren, desto mehr wichen sie vor der Larve zurück und diese sank stellenweise mit ihnen ein Stück tiefer.

18. Verteilung der Puppencocons im Boden um den Baumstamm.

Im Boden ebener Gelände lassen sich die Puppencocons im ganzen Umkreis der befallenen Bäume feststellen. Die Verteilung innerhalb solchen Umkreises ist aber nicht ganz gleichmäßig. Die meisten Puppen sind etwa 1 m vom Stamm entfernt zu finden. Für Böden in leicht abschüssigen Geländen liegen die Verhältnisse etwas anders. Hier werden ebenfalls in einer gewissen Entfernung vom Stamm ab, aber hauptsächlich unterhalb der Bäume am Hang, die meisten Puppencocons festgestellt.

19. Larvenruhe im Cocon.

Nachdem der äußere feste Cocon gesponnen ist, tritt die Larvenruhe ein, die ca. 8 Monate dauert. Der Larvenkörper schrumpft etwas, seine gelbliche Farbe geht in glasiges Weiß über. Erst im Frühjahr findet die Verpuppung statt.

Während dieses Ruhestadiums kann der Larve eine Reihe von Einflüssen verderblich werden: Trockenheit und Pilzbefall. Nach meinen Untersuchungen an einem großen Material, das 3661 Puppencocons umfaßte, spielt für unsere Gegend besonders in Freinsheim und Deidesheim die Trockenheit eine gewisse Rolle, jedoch wurde bisher nur die ganz unwesentliche Dezimierung von 0,9% festgestellt. Noch geringer war der Prozentsatz an verpilzten Larven innerhalb der Cocons.

Der außergewöhnliche harte Winter 1929 ermöglichte auch Untersuchungen über die Beeinflussungen durch Frost. In der Pfalz war teilweise der Boden bis 1,25 m gefroren. Die in einer Tiefe von 10—20 cm liegenden Cocons wurden davon nicht beeinträchtigt.

E. Puppengespinst und Puppe.

a) Morphologie.

Öffnet man zu einer bestimmten Zeit im Frühjahr den Cocon, so bemerkt man, daß er von einer papierartig seidigen Gespinsthülle aus-

Abb. 40. Puppencocon von *H. minuta* der Länge nach geöffnet, so daß die Gespinsthülle sichtbar ist (6,5 ×).

Abb. 41. Puppe von *H. minuta* (ca. 6,5 ×).

Abb. 42. *H. minuta* beim Schlüpfen. Das Gespinst ist aus dem Cocon genommen (ca. 6,5 ×).

Abb. 43. Puppencocon von *H. minuta* verlassen (ca. 6,5 ×).

gekleidet ist. (Abb. 40). Zwischen ihr und der festen Coconwand liegt an einem Ende des Cocons die letzte Larvenhaut mit der Kopfkapsel. Im Gespinst befindet sich die frei bewegliche gemeißelte Puppe. Sie ist glänzend weiß und läßt alle Körperanhänge deutlich erkennen. (Abb. 41).

b) Biologie.

1. Verpuppung und Dauer des Puppenstadiums.

Im Frühjahr wirft die Larve die letzte Haut ab und stellt das erwähnte seidenpapierartige Gespinst her, in dem die Umwandlung zur Puppe vor sich geht. Diese reagiert auf Berührungen durch ruckartige Bewegungen des Abdominalendes und ist besonders empfindlich gegen Entzug von Feuchtigkeit.

Etwa 2 Wochen nach der Verpuppung ist die Imago fertig. Ihre Lage im Gespinst kurz vor dem Schlüpfen ist folgende: Die beiden vorderen Beinpaare sind weit nach dem Kopf zu heraufgezogen, während die Fußglieder des letzten Beinpaares bis zum vorletzten Abdominalsegment reichen.

2. Vorgang des Schlüpfens.

Die Wespe durchstößt im Cocon zunächst das innere feine Gespinst mit dem Kopf. (Abb. 42). Dann öffnet sie den Cocon, indem sie an dessen oberer Kuppe, etwa an der Grenze des zweiten Drittels einen unregelmäßigen Ausschnitt rundum nagt, der abfällt. (Abb. 43). Der Durchschnitt der Öffnung beträgt 2,8 mm. Die Imago sieht jetzt noch hellgelblich aus, nur ihre Augen sind bereits dunkel. Sie verharrt noch im Cocon, bis die Ausfärbung vollendet ist. Dann verläßt sie ihn, um sich durch die Erdschicht nach oben zu drängen. Auf der Erdoberfläche angelangt, bleibt sie hier meist kurze Zeit bewegungslos sitzen, ehe sie umherzulaufen oder zu fliegen beginnt.

3. Zeitpunkt der Verpuppung und des Schlüpfens.

Der Beginn der Spinntätigkeit im Frühjahr ist von der Witterung abhängig und daher in aufeinanderfolgenden Jahren oft verschieden. So fand ich 1928 nach einem normalen Winter im Freien die ersten sich verspinnenden Larven der beiden Spezies am 11. März, nach dem außergewöhnlich harten Winter 1929 dagegen erst am 14. April. Die letzten sich verspinnenden Larven wurden 1928 am 14. März, 1929 am 20. April festgestellt. Die Zeitspanne, innerhalb der sich das Spinnen des Cocons 1928 vollzog, war wesentlich kürzer als im Jahre 1929. Das Schlüpfen begann 1928 am 3. April, 1929 am 24. April. Auch die Zeitspanne zwischen Beginn des Spinnens und des Schlüpfens war im Jahre 1929 größer als 1928.

F. Feinde.

a) Parasiten.

Folgende Parasiten von *Hoplocampa minuta* sind bekannt: Aus Polen wird von Niezabitowski (1927) *Bracon Mockrzecki* Niezabit als Ektoparasit der Larve beschrieben. Ruszkowski (1927) gibt an, daß die Eier auf die Haut und zwar in die Nähe des Kopfes an die paralysierte Larve abgelegt werden. Die schlüpfenden Larven nähren sich am Wirt und schlüpfen bald nach der Verpuppung im Frühjahr des kommenden Jahres. Dieser Zeitpunkt fällt in der Umgegend von Poznan gegen Anfang Mai. *B. Mockrzecki* hat eine Generation im Jahre.

Voukassovitch züchtete aus ektoparasitisch an der Larve von *H. minuta* (und *H. brevis*) lebenden Larven die Chloropide *Siphonella ruficornis* Macq. aus befallenen Pflaumen in der Nähe von Belgrad. Er

fand, daß *S. ruficornis* verhältnismäßig selten war, im Gegensatz zu einer nichtbestimmten Ichneumonide, die gleichzeitig, aber bedeutend zahlreicher, als Parasit von *Hoplocampa*-Larven auftrat.

Feytaud führt im allgemeinen für die in Frankreich vorhandenen *Hoplocampa*-Spezies besonders *H. brevis, Bracon rotundatus* Szr. und *Br. variator* Nees an. Der letztgenannte ist von Rondani bisher nur als Parasit von *Urophora cuspidata* Meig. und *Ceuthorrhynchus campanulae* Fabr. angegeben worden.

Im Jahre 1928 fand ich gegen Ende Juni in den Früchten eine größere Anzahl *Hoplocampa*-Larven, an denen eine Braconidenlarve ektoparasitisch lebte. 1929 trat dieselbe parasitische Larve schon Anfang Juni auf. In beiden Jahren waren kurz ehe die Larven in die Erde gingen, sowohl kleine als auch große Parasitenlarven vorhanden.

Auch Wilke fand 1928 von ektoparasitisch lebenden Braconidenlarven befallene Larven von *H. minuta*. In einem Fall stellte er auch eine Tachinen-Larve fest. Die Zucht der Larven ist bisher weder Wilke noch mir gelungen, so daß sich nicht bestimmt angeben läßt, um welche Arten es sich handelt.

Abb. 44. Puppencocon von *H. minuta* von einer parasitischen Ichneumonide verlassen (ca. 6,5 ×).

1929 schlüpfte in meinen Parasitenkästen kurz nach dem Erscheinen der *Hoplocampa*-Wespen eine Ichneumonide mit rot gezeichnetem Abdomen in großer Anzahl. Unter 736 Puppencocons waren 242 von ihr verlassen worden, also etwa $^1/_3$. Auf meine Anfrage teilte mir Herr Professor Habermehl-Worms mit, daß es sich um eine Ichneumonide handle, die wahrscheinlich zur Gattung *Angitia* gehöre, und nach seiner Untersuchung mit keiner Art der Schmiedeknechtschen Tabelle übereinstimme. Herr Dr. Bischoff (Zool. Museum der Universität Berlin) ist ebenfalls der Ansicht, daß die betreffende Ichneumonide entweder zur Gattung *Angitia* oder *Meloboris* gehöre. — Die von den eben erwähnten parasitischen Ichneumoniden verlassenen Cocons weisen ein unregelmäßig geformtes Schlüpfloch seitlich unmittelbar unterhalb der Spitze auf. Der größte Durchmesser dieser Öffnung beträgt 1,7 mm (Abb. 44).

b) Krankheiten.

Im Jahre 1929 stellte ich fest, daß in einigen Gegenden von Mitte Juni ab ein hoher Prozentsatz der erwachsenen *Hoplocampa*-Larven in den Früchten einging. Die Tiere sahen vorher auffallend weiß aus und zeigten Krankheitserscheinungen ähnlich den von Flacherie befallenen Seidenraupen. Ich wandte mich an Herrn Prof. Paillot, Lyon, der große Erfahrungen auf dem Gebiet der Bakterienkrankheiten besitzt, mit der Bitte um Aufschluß, ob hier eine Bakterienkrankheit vorliege. Wie er mir mitteilte, fand er in den bei ihm im toten Zustand angelangten

Larven Bakterien, war aber im Zweifel, ob diese als Krankheitserreger anzusehen wären, da sich dies bei der Untersuchung von Kadavern kaum feststellen ließ. Demnach erscheint es fraglich, ob es sich bei den geschilderten Erscheinungen um eine Bakterien- oder Viruskrankheit handelt.

c) Pilze.

Neben dem Befall durch Parasiten wird von Feytaud und Fintescu der Befall durch Pilze angegeben. Nach Feytaud töten im Frühjahr auftretende Insektenpilze die ersten noch nicht völlig in die Frucht eingedrungenen Larvenstadien ab und üben insofern eine gewisse reduzierende Wirkung auf den Befall aus. In unserer Gegend habe ich derart befallene Larven nicht ermitteln können.

G. Schadenbild und Schaden.

Während der Eiablage und noch zwei bis drei Wochen darnach läßt sich der stark befallene Baum vom unbefallenen nach dem Gesamteindruck nicht unterscheiden. Die Blüte verläuft normal, ebenso das Abfallen der Blütenblätter und Kelche. Eiablage und Fraß der ersten drei Larvenstadien können nur bei sorgfältiger Prüfung der einzelnen Blüten festgestellt werden. Der Befall tritt zum erstenmal auffällig in Erscheinung, wenn 2. und 3. Larvenstadium überwandern. Zu dieser Zeit fallen die ca. 5 mm langen Früchtchen, an denen ein Loch sichtbar ist, in großen Mengen ab. An besonders heimgesuchten Bäumen regnen sie förmlich zu Boden und sammeln sich hier an. Im Innern ist eine schwärzliche jauchige Masse vorhanden. Daher die in der Praxis übliche Bezeichnung „Wurmfäulnis". Daneben fallen aber normalerweise auch solche Früchte ab, die nicht beschädigt sind. Das ergibt deutlich ein Vergleich mit Bäumen, an denen die Larven fehlen. Auch hier liegen kleine Früchte oft in Massen am Boden. Es handelt sich um solche, die durch „physiologischen Abfall" vom Baum ausgeschieden wurden. Der zweite durch *Hoplocampa* verursachte starke Abfall beginnt etwa 10 Tage nach dem ersten und kann ungefähr zwei Wochen dauern. Am Ende dieser Zeit erreicht er seinen Höhepunkt. Bei starkem Auftreten des Schädlings ist dann der Boden unter den Bäumen weithin mit Früchtchen von ca. 15 mm Länge bedeckt, die ein Loch, zwei oder mehrere Löcher aufweisen. Unmittelbar nach dem Abfall findet man in ihnen noch Larven, später sind die Früchte leer. Die Früchte des physiologischen Abfalles sind zu dieser Zeit unter normalen Verhältnissen seltener anzutreffen und nicht beschädigt.

Infolge der Größe der Früchte tritt jetzt der Schaden besonders deutlich hervor. Ich sah Obstanlagen, in denen der unbebaute graue Untergrund vollkommen mit Früchten überdeckt war, so daß er von der Ferne grünlich erschien.

H. Verbreitung des Schädlings in der bayrischen Rheinpfalz.

In Deutschland ist nach den Erfahrungen der letzten Jahre die bayrische Rheinpfalz und insbesondere die Vorderpfalz von der Pflaumensägewespe besonders heimgesucht worden. Es seien daher über die Umweltfaktoren in diesem Gebiet einige Ausführung gemacht.

Die Vorderpfalz liegt zwischen dem 49. und 50. Breitegrad in dem südlich von Mainz befindlichen westlichen Abschnitt der oberrheinischen Tiefebene, die auf der linken Flußseite eine Breite von 25—30 km erreicht. Sie erstreckt sich als ein 12—20 km breites Band entlang dem Fuß des Haardtgebirges.

Das Haardtgebirge erreicht eine ziemlich gleichmäßige Höhe von etwa 200 bis 300 m. Diese Gebirgsstufe ist an der mittleren Haardt einheitlich geschlossen, im Süden und Norden durch Quertäler geöffnet. Während dort, wo der Gebirgszug nicht von Quertälern durchschnitten ist, an seinen Hängen hauptsächlich reiner Weinbau getrieben wird, befinden sich in den Seitentälern Mischkulturen von Wein und Obst, die nach der Ebene zu in reine Obstbestände übergehen und sich zum Teil weit in sie hinaus erstrecken.

Die Vorderpfalz[1]) ist die am weitesten ausgedehnte wärmste Gegend Deutschlands. Das Jahresmittel beträgt 10,0—10,5° C. Der wärmste Landstrich Deutschlands liegt zwischen den Ortschaften Haardt und Wachenheim. Es herrscht eine besonders große Gleichmäßigkeit sowohl zwischen den Tages- und Nachttemperaturen, als auch zwischen Sommer- und Wintertemperaturen. Die mittlere Jahresschwankung beträgt 18° C.

Die Gegend hat milde Winter, in der Regel 24 Tage Schneefall, eine mittlere Schneehöhe von ca. 9 cm, eine ununterbrochene Schneedecke von ca. 7 Tagen, 65 Frost- und 14 Wintertage. Der Winter dauert in der Regel $2^1/_2$ Monate. Auch die Lagen am Haardtgebirge sind verhältnismäßig frostgeschützt. Im April kommen durchschnittlich 2,8, im Mai 0,1 Frosttage vor. Bei Höchsttemperaturen von nur 10—11° C im April und Mai, sind in der Regel Nachtfröste bei heiterem Himmel zu erwarten,

Mittlerer und südlicher Teil der Vorderpfalz (Mittel- und Unterhaardt) gehören zu den sonnigsten und trockensten Gegenden Deutschlands. Für Bad Dürkheim wird eine mittlere Bewölkung von 57 %, für die Unterhaardt ein Niederschlagsmittel von 500 mm angegeben. Die absolute Luftfeuchtigkeit beträgt im Durchschnitt 7,2—7,3 %, die relative 7 %.

Diese Verhältnisse haben die Entwicklung des Steinobstbaues außerordenlich begünstigt.

Innerhalb des vorderpfälzischen Obstbaugebietes trat der Schädling bisher am stärksten im Bezirk Dürkheim auf. Hier finden sich größere zusammenhängende geschützte Gebiete, auf leicht welligem oder ebenem Gelände, die langer Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind. Es wiegen sandhaltige Böden vor, letten- und kalkhaltige schieben sich dazwischen. In diesem Gebiet stehen die *Prunus*-Pflanzungen teils auf Wiesengrund, teils inmitten von Weinbergen und Beerenobstanlagen, oder es ist kein Unterwuchs vorhanden. Je nach den Unterkulturen werden die Böden verschieden behandelt. Weinbergsboden erhält regelmäßige Düngung und wird mehrmals im Jahr mit dem Pflug umgegraben. Bei Geländen ohne

[1]) Die folgenden Angaben über Klima und Witterung entnehme ich einer Zusammenstellung von Bauer in: „Die Pfalz am Rhein und ihre Weine", Selbstverlag des Weinbauvereins für die Rheinpfalz, 1927.

Unterwuchs ist höchstens ein- bis zweimaliges Umarbeiten üblich. Wiesenboden bleibt außerhalb der Baumscheibe sich selbst überlassen. In allen Fällen fand ich, daß die physiologische Eigenart des Bodens für das Auftreten des Schädlings ausschlaggebender ist als die Bodenkultur- und -bearbeitung. Dabei fällt auf, daß der Befall in Pflanzungen die auf Sandböden stehen (z. B. das Dorf Weisenheim a. Sand, Freinsheim, Speyer) am stärksten ist.

In der deutschen Literatur ist bisher als Pflaumensägewespe an Edelobst nur *H. minuta* Christ bekannt gewesen. Seitdem ich meine Untersuchungen über die ganze Vorderpfalz ausdehnte und die Ergebnisse in Großzuchten kontrollierte, fand ich, daß neben *H. minuta* noch eine andere Form vorhanden war, die mir von Herrn Dr. Enslin als *H. flava* L. determiniert[1]) wurde. Sie konnte im Freien in bestimmten Lagen in überwiegender Anzahl gegenüber *H. minuta* festgestellt werden. Aus den vorstehenden Ausführungen über die klimatischen Verhältnisse des Gebietes geht hervor, daß beide Arten als eurytherm zu gelten haben. Eine epidemiologische Analyse ergab, daß *H. flava* die wärmeren Lagen bevorzugt. Sie trat im Sommer 1928 und 1929 schwach auf in Neustadt, sehr stark in Forst und mittelstark in Bad Dürkheim, Leistadt und Freinsheim. Andererseits war *H. minuta* in Neustadt, Dürkheim, Leistadt, Freinsheim besonders zahlreich, während ich sie in Deidesheim nur in vereinzelten Exemplaren feststellte. In ihrer verschiedenen Abhängkeit von der Witterung möchte ich das Verhalten der beiden Arten mit dem der beiden Traubenwickler *(Clysia ambiguella* Hbn. und *Polychrosis botrana* Schiff.) vergleichen, wie es sich im pfälzischen Weinbaugebiet beobachten läßt.[2]) *H. minuta* würde nach meinen Beobachtungen dem einbindigen, *H. flava* dem bekreuzten Wickler entsprechen. Ebenso wie *P. botrana* Schiff. erscheint auch *H. flava* zeitlich früher als *H. minuta.* Häufig erstreckt sich ihr Flug länger als der von *minuta.* Zieht man in Betracht, daß die normale Nährpflanze von *H. flava* ursprünglich die Wildkirsche war, so liegt die Vermutung nahe, daß die Sägewespe auch auf Edelkirsche übergehen könnte. Dazu erscheint sie durch ihr frühzeitiges Auftreten besonders geeignet. Während bis heute ein Larvenbefall an Edelkirsche nicht festgestellt werden konnte, habe ich mehrfach *flava*-Wespen von blühenden Kirschbäumen abgeklopft, wenn diese inmitten von Pflaumen-, Zwetschgen- und Mirabellenanlagen standen.

Hinsichtlich der Schadenwirkung, die durch das Vorhandensein der beiden Spezies entsteht, ist folgendes zu sagen: Eine Kalamität kann sich unter günstiger Jahreswitterung besonders leicht dort entfalten, wo die beiden Sägewespen-Arten nebeneinander auftreten. Hier beginnt der Flug

[1]) An dieser Stelle erlaube ich mir Herrn Dr. Enslin für seine Bemühungen bestens zu danken.

[2]) Siehe Stellwaag, Die Weinbauinsekten der Kulturländer, Berlin, Verlag Paul Parey, 1928.

früher und zieht sich länger hinaus. Dasselbe gilt für Eiablage und Larvenentwicklung. Da sich beide Spezies gegenseitig nicht beeinträchtigen, so ist der Befall doppelt stark. Diese Verhältnisse herrschen in den mehrfach erwähnten obstbautreibenden Gemeinden im Bezirk Dürkheim und haben hier infolgedessen zu den genannten katastrophalen Ernteeinbußen geführt.

I. Bekämpfung.

Wie aus Kapitel II hervorgeht, legte man früher großes Gewicht darauf, die fliegenden Imagines zu vernichten, in der Absicht damit die Eiablage zu verhindern. Ältere Verfasser haben Abfangen und Abklopfen der Wespen oder Spritzen der Bäume mit abschreckend wirkenden Mitteln empfohlen. Die beiden ersten Maßnahmen kommen heute zum Zweck der Bekämpfung nicht mehr in Frage, weil es, abgesehen von dem zweifelhaften Erfolg, unmöglich ist, sie in größeren Beständen und an Hochstämmen auszuführen. Ich habe Köder- und Spritzversuche vorgenommen um festzustellen, ob die Imagines abzuschrecken oder anzulocken und zu vergiften seien.

a) Abschreckung der Imagines.

Hierzu kamen Carbolineum-Nikotinbrühen zur Anwendung. Stofflappen, die damit getränkt waren, wurden in den Bäumen aufgehängt. Eine Abschreckung der Tiere derart, daß sie für die Dauer mehrerer Stunden den betreffenden Baum nicht beflogen, trat nicht ein. Bei vollerblühten Bäumen ließen die Wespen keinerlei Beeinflussung durch den Gebrauch der beiden Stoffe erkennen.

In der gleichen Weise war es unmöglich, durch Spritzungen die Imagines von den Blüten fernzuhalten.

b) Anlockung der Imagines mit Giftködern.

Giftköder als Bekämpfungsmittel werden erfolgreich in Deutschland gegen die Rübenfliege *Pegomyia hyoscyami* Panz. und seit Jahren gegen die Olivenfliege *Dacus oleae* Rossi in Italien in der Praxis verwendet[1]). Es war daher nicht ausgeschlossen, daß sie sich auch zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe eigneten.

Die Anlockung von Insekten mittels Köder gründet sich auf ihre Reizempfindlichkeit gegenüber bestimmten Stoffen und nutzt ihr Nahrungsbedürfnis aus. Bei Giftködern sind den rein anlockenden Substanzen toxisch wirkende Stoffe beigegeben. Die Reizstoffe oder Träger bestanden im vorliegenden Fall aus Zucker oder Melasse. Es war Gewicht darauf gelegt worden, daß sie durch Zufügung der Giftstoffe ihre anlockenden Eigenschaften nicht einbüßten. Über die Art der Anbringung habe ich auf Seite 8 berichtet. Die Giftköder stellte ich nach Berlese her.

Durch die Mischungen wurde in allen Versuchen bei verschiedenem Gelände nur eine ganz geringe Zahl der Wespen angelockt und getötet. Die Wirkung der Giftköder mußte demnach als ungenügend bezeichnet werden. Da die Ausführung dieser Be-

[1]) Von der Wirkung der dortigen Maßnahmen konnte ich mich persönlich überzeugen, als ich mich 1928 im Auftrag der Regierung der Pfalz in Italien studienhalber aufhielt.

kämpfungsmethode außerdem im vorliegenden Fall wegen der Schutzvorrichtungen für die Bienen mit Schwierigkeiten verbunden ist, kann sie in der großen Praxis nicht angewandt werden.

e) Vergiftung der Imagines durch Spritzungen der Bäume.

Diese Bekämpfungsmethode rechnet mit dem starken Bedürfnis der Wespen, Feuchtigkeit aufzunehmen (siehe S. 24).

Hier kamen zunächst die im Wein- und Obstbau bereits empfohlenen Handelspräparate, soweit sie Arsen- oder Bleiarsen enthielten zur Anwendung (Bleiarsen, Calciumarsen, Uraniagrün). Auch kombinierte Mittel, die zugleich fungizide Wirksamkeit besitzen, wurden geprüft (Funguran Nosprasen, Nosprasit). Die Richtigkeit der Annahme, daß die Wespen an den an Blüten, Blättern und Blattstielen befindlichen Flüssigkeitstropfen nippen, Gift aufnehmen und daran zugrunde gehen würden, bestätigte sich sowohl im Vorversuch im Laboratorium als auch im Freien. Die Abtötung, die im Glashaus nahezu 100 % betrug, unterlag aber im Freiland bedeutenden Schwankungen. Dies läßt sich zum Teil mit der Tatsache erklären, daß im Freien bei der Versuchskontrolle nicht alle sterbenden oder toten Tiere, wie dies im eng beschränkten Zuchtraum geschieht, erfaßt werden können, weil viele vor Eintritt des Todes abfliegen.

Zur Bewertung dieser Bekämpfungsmaßnahmen für die Anwendung in der Praxis sei folgendes gesagt: Die Spritzungen erfüllen nur dann ihren Zweck, wenn die schlüpfenden Sägewespen die Giftsubstanz in Form von Flüssigkeitstropfen vorfinden. Sobald die Flüssigkeit verdunstet und das Arsen als trockener Überzug auf den Pflanzenteilen zurückbleibt, ist seine Wirkungsmöglichkeit ganz bedeutend verringert oder sogar aufgehoben. Daraus folgt, daß zunächst eine Spritzung erfolgen müßte, wenn das Schlüpfen der Imagines stattfindet. Da dieses sich jedoch über 14 bis 18 Tage hinziehen kann, so müßten die Spritzungen während dieser Zeitspanne täglich vorgenommen werden. Eine solche Maßnahme kommt als schwierig und unrentabel nicht in Frage. Gegen Arsenspritzungen in die Blüte spricht auch, daß möglicherweise bei bestimmten Witterungslagen der Befruchtungsvorgang gehemmt oder beeinträchtigt wird. Es können ferner die Bienen geschädigt werden, was in Gegenden, in denen Bienenzucht getrieben wird, sehr in die Wagschale fällt.

Viele Obstzüchter nehmen an, daß Carbolineum- und Nikotinbrühen, die in die Blüte verspritzt werden, durch Kontaktwirkung die fliegenden Sägewespen abtöten. Dies ist in der Praxis nur zufällig zu erreichen. Die genannten Stoffe, soweit sie im Handel zu haben sind, können jedoch auch als Magengift wirken, wenn sie aus Flüssigkeitstropfen von den durstigen Imagines aufgenommen werden. Über die beste Art ihrer Zusammensetzung und ihre Wirkungsdauer ist noch zu wenig bekannt. Da außerdem für Nikotin und Carbolineum hinsichtlich der Beschädigung der Blüten dieselben Bedenken bestehen wie bei Arsenspritzungen in der

Blütezeit, so scheiden sie zur Bekämpfung der fliegenden Sägewespen nach dem Stande unserer gegenwärtigen Kenntnisse aus.[1])

Aus dem Vorhergesagten folgt, daß durch die genannten Bekämpfungsmaßnahmen, die sich gegen die fliegenden Sägewespen richten, praktisch kein genügender Erfolg zu erzielen ist. Auch eine Vernichtung der Eier konnte, da diese im Pflanzengewebe eingebettet liegen, ohne daß an letzterem Beschädigungen hervorgerufen wurden, mit den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln nicht ermöglicht werden. Anders verhält es sich mit der Bekämpfung der Larven.

d) Bekämpfung der Larven.

Sie stützt sich auf die biologischen Tatsachen. Aus ihnen geht eindeutig hervor:

1. Die junge Larve gelangt auf verschiedene Art in den Fruchtknoten. Befindet sich die Eitasche im Kelchgewebe unterhalb des Kelchausschnittes, so bohrt sich die Larve wie es Abb. 21 zeigt, durch die Kelchwand nach innen. Liegt die Eitasche auf einem Kelchzipfel, so wird sie von der Larve nach außen geöffnet. Diese wandert dann über den Kelchausschnitt in den Kelchbecher. In beiden Fällen wird schon hier gelegentlich von der Larve gefressen, ehe sie ihr Ziel, den Fruchtknoten erreicht. Diesen benagt sie eine Zeitlang äußerlich, ehe sie sich ins Innere einbohrt (Abb. 21). Die näheren Einzelheiten sind auf S. 45 erörtert.

2. Es findet mehrmals im Leben der Larve eine Überwanderung von einer zur anderen Frucht statt. Die Larven verzehren beim äußeren Fraß, ferner beim Verlassen der Frucht, wenn sie einen Ausgang herstellen, sowie beim Einbohren in eine andere von außen her ein Stück der Fruchtoberhaut. Liegt darüber eine Giftschicht, so wird diese von der Larve aufgenommen und kann sie abtöten. Als wirksame Gifte kommen nach den Erfahrungen mit andern Insekten chemische Verbindungen in Frage, die Arsen und Nikotin enthalten. Daß die *Hoplocampa*-Larve ihnen erliegt, zeigten Vorversuche, die mit den verschiedenen Präparaten im Laboratorium angestellt worden sind. Dabei wurden die Larven einzeln in Glasschalen mit behandelten Früchten zusammengebracht. In weiteren Versuchen habe ich die Wirkung der Gifte an Larven, die ich im Freien an größeren Baumzweigen einbeutelte, geprüft. In allen Fällen ergaben chemische Mittel den besten Erfolg. Den mit Arsenbelag versehenen Früchten gegenüber verhielten sich die Larven verschieden:

1. Sie drangen nach kurzem Umherwandern in die Früchte ein, blieben darin und starben hier unter Vergiftungserscheinungen.

[1]) Öfters wurde mir von Erfolgen mit Nikotinspritzungen in die Blüte gegen die Pflaumensägewespe von erfahrenen Praktikern berichtet. Da jedoch keine nachweisbaren Feststellungen darüber vorhanden waren, ob zu der betreffenden Zeit ein Sägewespenflug stattgefunden hatte, dürfen diese Erfahrungen nicht verallgemeinert werden.

2. Sie machten kurze Einbohrversuche, nahmen dabei Gift auf und gingen unter den gleichen Erscheinungen außerhalb der Früchte zugrunde (Abb. 45)

3. Sie unterließen die Einbohrversuche, wanderten umher und verhungerten.

Der Giftbelag hatte also entweder seine toxische Wirkung entfalten und die Larven dadurch abtöten können oder die Tiere von den Früchten abgehalten.

Abb. 45. Gespritzte Früchte am Baum. An mehreren Stellen versuchten die Larven sich einzubohren, drangen aber nicht in die Früchte ein (etwas verkleinert).

In allen drei Fällen waren die Larven, ehe weitere Überwanderungen eintreten konnten, ausgeschieden und die Früchte vor neuem Befall geschützt worden.

Am sichersten ist für den Obstzüchter die Bekämpfung der Larven mit Arsenspritzmitteln, da deren Wirksamkeit eine Reihe von Tagen anhält. Von den vorher genannten Präparaten hat nach unseren dreijährigen Erfahrungen das aus Insekten- und Pilzgiften kombinierte Mittel Nosprasen die besten Bekämpfungserfolge geliefert. In den Jahren 1928 und 1929 erwiesen sich auch Blei-

arsene verschiedener Firmen und Funguran als günstig. Die bei vorschriftsmäßiger Anwendung nach der Anweisung der Erzeugerfirmen hergestellten Spritzflüssigkeiten ließen Blattverbrennungen oder andere Benachteiligungen der Pflanzen nicht entstehen. Staubförmige Präparate haben mehrmals Blattbeschädigungen hervorgerufen, so daß wir von ihrer Anwendung Abstand nahmen.

Nikotin als Magengift: Nikotinspritzflüssigkeiten, soweit sie Nikotinsulfat enthalten, eignen sich bis zu einem gewissen Grade zur Bekämpfung der Larven. Ihre Wirkung kann gesteigert werden durch Zusatz von Arsenspritzmitteln. Die Mengenverhältnisse sind in dem auf S. 75 abgedruckten Flugblatt angeführt.

Nikotin als Kontaktgift: Auch als Kontaktgift kommt Nikotin für die Bekämpfung der Larven in Frage. Voraussetzung für eine derartige Wirkung ist, daß die Spritzflüssigkeit auf die Stigmen der Tiere gelangt. Hinsichtlich der Kombination mit Arsenspritzmitteln gilt das im letzten Absatz Gesagte.

e) Zeitpunkt der Larvenbekämpfung.

Eine noch so sorgfältige Bekämpfung verfehlt auch bei der Pflaumensägewespe dann ihren Zweck, wenn sie zur unrichtigen Zeit vorgenommen wird. Nach den oben mitgeteilten Untersuchungen kann sich die Eiablage im Freien 8 bis 10 Tage hinziehen. Auch die Eientwicklungszeit ist verschieden lang. Infolgedessen trifft es sich in den meisten Fällen, daß während der beiden ersten Wochen des Befalles zu gleicher Zeit drei Larvenstadien vorhanden sind. Zwei derselben befinden sich bei starkem Befall meist in derselben Frucht (siehe Abb. 30). Wenn die erste Bekämpfung die Tiere beim oberflächlichen Fraß und der Einwanderung erfassen soll, so hat sie je nach den Witterungsverhältnissen gegen Ende der Blüte oder wenig später zu erfolgen. Die Fruchtknoten, die einen Giftüberzug erhalten, stehen zwar noch nicht vollständig frei, da die Reinigung der Blüte noch nicht vollendet ist, sind aber doch zu dieser Zeit schon so erheblich gewachsen, daß der Stempelansatz aus den umgebenden Kelchteilen hervorzuragen beginnt. Die junge Frucht wird also, soweit sie nicht verdeckt ist, mindestens also im oberen Teil von der Spritzung getroffen. Die ersten Larven sind zu dieser Zeit meist schon geschlüpft, wandern aber noch umher, um am Fruchtknoten oberflächlich zu fressen. Sie kommen bei ihrer Wanderung vor oder beim Einbohren in die Frucht mit dem Gift in Berührung. Die etwas später erscheinenden Larven des ersten sowie die des zweiten und dritten Stadiums, die, wie ich oben eingehend belegte, fast ausnahmslos im oberen Drittel der Frucht in diese hineingehen, nehmen dabei ebenfalls Gift auf.

Ich habe schon geschildert, daß die kleinen Früchte häufig von drei Larvenstadien gleichzeitig bewohnt sind. Kurz nach dem Zeitpunkt, zu dem das dritte Stadium die Frucht verlassen hat, findet der erste stärkere

Abfall der Früchte statt (Abb. 46). Ich möchte diesen Zeitpunkt als Hauptüberwanderung bezeichnen. Sie erstreckt sich entsprechend dem verschiedenen Alter der Larven meist auf einige Tage.

Abb. 46. Verschieden große *Prunus*-Früchte, die gleichzeitig nach der Hauptüberwanderung abfallen (natürl. Größe).

Ehe der Hauptschub der Larven überwandert, hat die zweite Arsenspritzung zu erfolgen. Dieser Zeitpunkt läßt sich nicht auf ein Datum von vornherein festlegen, da er je nach den Witterungsverhältnissen und den Sorten früher oder später in der Regel etwa 14 Tage nach dem Abblühen eintreten kann. In der Pfalz haben wir unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse damit das Richtige getroffen. So wurde die Bekämpfung der Larven erstmalig im Jahre 1927 an ca. 1500 Bäumen verschiedener Zwetschgen-, Pflaumen- und Mirabellensorten und in verschiedenen Geländen durchgeführt. Der Erfolg berechtigte dazu, im folgenden Jahre das Verfahren den Obstzüchtern zu empfehlen, so daß also schon 1928 in der Pfalz die Bekämpfung in die Praxis eingeführt werden konnte. Darüber habe ich in meinen Veröffentlichungen 1928 und 1929 mehrmals berichtet.

Abb. 47. An der Übergangsstelle von Fruchtknoten und Kelchbecher kann sich Arsen ansammeln.

Im Herbst 1928 erschien die Unterschung von Wilke, in der er den Erfolg einer Arsenspritzung theoretisch erwägt und für zweifelhaft hält. Dieses Urteil leitet er aus seinen Beobachtungen über das Verhalten der Larven im ersten Stadium ab. Hierzu ist folgendes zu bemerken: Bei einer Wanderung nach dem Fruchtknoten frißt die Larve auch im Kelchbecher und kann nach meinen Beobachtungen dort Gift aufnehmen, wo in einer schmalen Rinne (Abb. 47) Fruchtknoten und Innenrand des Kelchbechers zusammenstoßen. Bei einer sorgfältigen Spritzung sammeln sich hier Arsenbestandteile an und werden von der jungen Larve beim Einbohren mit aufgenommen.

Darnach besteht also doch hinsichtlich des Fraßes der Larve eine gewisse Übereinstimmung mit dem der Obstmade (*Carpocapsa pomonella* L.), die Wilke zum Vergleich heranzieht. Diese ist nur insofern leichter zu bekämpfen, als die Blüten zur Zeit der Spritzung nach aufwärts gerichtet sind. Durch die Bekämpfung sammelt

sich das Gift in der Kelchgrube an, über der bei vielen Sorten später die Kelchzipfel zusammenwachsen. Bei den *Prunus*-Arten dagegen stehen nicht alle Blüten aufwärts, einige sind seitwärts gerichtet. Außerdem löst sich hier der Kelch an seiner Basis ab und umhüllt noch einige Zeit den schwellenden Fruchtknoten, bis er abgestoßen wird. Daß es trotzdem möglich ist, schon gegen die ersten Larven der Pflaumensägewespe mit Hilfe einer Arsen- oder Arsennikotinspritzung Erfolge zu erzielen, haben unsere Erfahrungen in der Großbekämpfung gezeigt.

K. Organisation der Bekämpfung in der Pfalz.

Aus den Meldungen unserer Vertrauensleute für Obstbau im Jahre 1926/27 ging hervor, daß in der Praxis über das Auftreten der Pflaumensägewespe im allgemeinen wenig richtige Anschauungen herrschten. Sollte also eine wirksame Bekämpfung eingeleitet werden, so war es notwendig, vorher eine weitgehende Aufklärung zu betreiben, um die neu gewonnenen Ergebnisse unserer Untersuchungen auf kürzestem Wege den Praktikern zugänglich zu machen. Es konnte am besten im Rahmen einer Organisation geschehen, in der Praktiker und Forschungsstelle zusammenarbeiten. Dieser Gedanke tauchte schon im Winter 1927/28 auf, konnte aber aus finanziellen Gründen erst im Frühjahr 1929 verwirklicht werden. Die Vorbereitungen traf ich schon im Frühjahr 1928, indem ich in verschiedenen Bezirken mehrfach Versammlungen abhielt. Hierbei wurden den geladenen örtlichen Beobachtern für Pflaumensägewespenbekämpfung die Lebensgewohnheiten des Schädlings geschildert und bei einer anschließenden Begehung der befallenen Obstanlagen vor Augen geführt, sowie die Maßnahmen zur Bekämpfung erläutert. Die Teilnehmer solcher Kurse waren imstande, in ihren Gemeinden in gewisser Beziehung aufklärend zu wirken. So war bereits ein Boden geschaffen worden für die im Frühjahr 1929 einsetzende Aktion, nachdem das bayrische Landwirtschaftsministerium und das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft dafür Mittel zur Verfügung gestellt hatten.

Es wurde damals erwogen, ob diese für eine reine Bekämpfungsaktion verwendet werden sollten in ähnlicher Weise, wie es in den Jahren 1926 und 1927 im Weinbau gegen Heu- und Sauerwurm geschah.[1]) Die Ergebnisse unserer Fragebogen zeigten uns, daß sehr wohl der durch die Pflaumensägewespe verursachte Schaden mit dem durch Heu- und Sauerwurm bewirkten verglichen werden konnte, daß aber im übrigen die Verhältnisse anders lagen. Der Heu- und Sauerwurm tritt seit Jahr-

[1]) Stellwaag und Sprengel. Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurmes in der Pfalz mit staatlicher Unterstützung 1925 und 1926. „Pfalz-Wein" Nr. 33. 1926. — Sprengel, Versuche zur Rationalisierung der Heu- und Sauerwurmbekämpfung im pfälzischen Weinbau. „Der Deutsche Weinbau", Weinbaukongreß-Nummer, 1927. — Sprengel, Eine Schädlingskatastrophe im pfälzischen Weinbau. Anz. f. Schädlingsk. II. Jahrg., 1929. Heft 1. — Sprengel, Massenauftreten und Großbekämpfung des Heu- und Sauerwurmes in der Pfalz. Verhandlungen d. Deutsch. Gesellsch. f. angew. Entomol. auf der VI. Mitgliederversammlung in Wien 1926.

zehnten als Schädling im Weinbau auf, es ist sehr viel über ihn gesprochen und geschrieben worden, was auch dem Winzer zugänglich ist. Nicht nur der Schaden sondern auch seine Lebensgewohnheiten sind ihm vertraut. Innerhalb der letzten 12 Jahre hat sich in der Pfalz die Bekämpfung mit Arsenmitteln eingebürgert. Auf dieser Grundlage war es geraten, die Geldmittel zur Anschaffung von Bekämpfungsmitteln zu verwenden. Solche Voraussetzungen sind im Obstbau nicht vorhanden gewesen. Dem Obstzüchter waren lediglich die den Schaden verursachenden Larven der Pflaumensägewespe bekannt, während er über alle andern Stadien des Schädlings im Unklaren war und vielfach deshalb die Bekämpfungsmitel falsch angewandt hatte. Die Bekämpfung in der Praxis hätte also ohne vorhergehende Aufklärung nur zu ungewissen und Scheinerfolgen geführt. Aus diesem Grunde wurde beschlossen, die gewährten Geldmittel in erster Linie zur Aufklärung zu verwenden. In diesem Sinne sind folgende Wege bestritten worden:

1. Um Aufschlüsse zu erhalten über die Verbreitung des Schädlings, die heimgesuchten Sorten und die Art, wie bisher bekämpft worden war, gaben wir im März 1929 Fragebögen in 2000 Exemplaren heraus. Sie wurden auf unsere Veranlassung teils von den Bezirksämtern teils von den Vorständen der Bezirksobstbauvereine an die Obstzüchter verteilt. Da diese durch die im vorhergehenden Jahr abgehaltenen Versammlungen bereits unterrichtet waren, konnte mit einer verständnisvollen Beantwortung der Fragebogen für das vergangene und laufende Jahr gerechnet werden.

2. Auf diese Fragebögen folgte im April ein Merkblatt über die Pflaumensägewespe in Zweifarbendruck, das auf dem gleichen Weg in 6000 Exemplaren an die Obstzüchter gelangte.

3. Das Merkblatt wurde als Plakat gedruckt und durch Vermittlung der Bezirksämter in 400 Exemplaren an Amtsgebäude und Gastwirtschaften zum Aushang verteilt.

Merklatt und Plakate enthielten die Haupttatsachen der Biologie und Bekämpfung des Schädlings in leicht faßlicher Form und waren durch einfache Zeichnungen erläutert. In kurzen Worten wurde darin auch auf die Differentialdiagnose des Schädlings gegenüber dem Pflaumenbohrer hingewiesen. Im folgenden ist der Wortlaut abgedruckt:

Obstzüchter,
bekämpft die Pflaumensägewespe!

Schädigung:

Die Pflaumensägewespe tritt seit einigen Jahren an Zwetschgen-, Pflaumen und Mirabellen in verheerendem Maße auf. Folgende Merkmale kennzeichnen den Befall, solange die Früchte am Baum hängen:

1. Sie zeigen schon bald nach dem Abfall der Blütenblätter einen dunklen Fleck.
2. Größere Früchtchen dagegen weisen ein kleines Loch auf.
3. Im Innern liegt eine gekrümmte helle Larve, die nach Wanzen riecht. Das ist die Larve der Pflaumensägewespe.
4. Die Larve frißt im Fruchtkern. Sie sondert Kot ab, der in Klümpchen bei ihr liegt.

Bald nach der Blüte fallen die beschädigten Früchte ab. Die am Boden liegenden weisen dann folgende Merkmale auf:

1. Sie sind verschieden groß und haben meist mehr als ein Loch.
2. Im Innern aller Früchte ist der Kern völlig ausgefressen und die Larve verschwunden. Die dunklen Kotmassen füllen das Innere aus.

Diese Erscheinungen lassen sich aus folgenden Lebensgewohnheiten der Larven erklären: Innerhalb der kleinen Frucht entwickelt sich die junge Larve und beginnt im Kern zu fressen. Wenn dieser verzehrt ist, bohrt sie sich aus der Frucht, die dann abfällt, und sucht sich eine zweite, die noch gesund ist. Um in deren Kern zu gelangen, muß sie das Fruchtfleisch von außen her durchbohren.

Ehe die Larve erwachsen ist, wandert sie in dieser Weise auf eine zweite und dritte Frucht über. So kommt es, daß sich an älteren Früchten zwei oder mehr Löcher feststellen lassen. Alle durch den Kernfraß der Pflaumensägewespenlarve abgefallenen Früchte sind unreif. Nach beendigtem Fraß in der dritten oder vierten Frucht läßt sich die Larve mit dieser zur Erde fallen. Dann kriecht sie in den Boden, um sich hier zu verpuppen. Der Abfall der angegriffenen Früchte dauert 3—4 Wochen.

Bekämpfung.

Diese ist nur dadurch möglich, daß man die Larven bei der Überwanderung von einer befallenen Frucht auf eine unbefallene vergiftet. Hierfür kommen in der großen Praxis besonders arsenhaltige Spitzmittel in Frage. Unter diesen wurde bisher mit Nosprasan der I. G. Farbenindustrie, Höchst, die besten Erfolge erzielt. In der Wirkung diesem Präparat gleichwertig wurden Bleiarsene verschiedener Firmen, Uraniagrün-Kupfer-Kalk-Brühe und Funguran der Pflanzenschutz A.-G., Schweinfurt, befunden. (Bei Anwendung von staubförmigen Präparaten sind stärkere Verbrennungen nicht ausgeschlossen). Die Spritzbrühen sind genau nach den Gebrauchsanweisungen, die sich auf den Firmenpackungen aufgedruckt finden, herzustellen. Ein Zusatz von Nikotin zu den genannten Präparaten ($1^1/_2$ kg auf 100 l Arsenflüssigkeit) kann die Wirkung der Spritzung erhöhen, aber nur dann, wenn die überwandernden Larven direkt getroffen werden. Mit der ersten Bekämpfung beginnt man bald nach dem Abfall der Blütenblätter. Eine zweite Behandlung muß etwa 8 Tage später erfolgen. Bei starkem Befall wäre nach einer weiteren Woche zum dritten Mal zu spritzen. Die Wiederholung ist deswegen notwendig, weil bei den rasch wachsenden Früchten der Giftbelag nach einigen Tagen zerreißt und dann Stellen ohne Giftbelag vorhanden sind. Die Früchte müssen aber allseitig mit Gift bedeckt sein. Daher hängt der Erfolg der Bekämpfung außer von der richtigen Herstellung der Brühe und dem Zeitpunkt der Behandlung auch von deren Gründlichkeit ab.

Ein Abfallen von unreifen Steinobstfrüchten wird auch von anderen tierischen Schädlingen verursacht, die nicht mit der Pflaumensägewespe verwechselt werden dürfen. Hier ist besonders zu nennen der Pflaumenbohrer, ein Rüsselkäfer, der im Fleisch der fast erwachsenen Frucht seine Eier unterbringt. Dann bohrt er den Stiel etwa in der Mitte an, so daß bald darnach die Frucht mit einem Teil von ihm abfällt. Erst am Boden schlüpft aus dem Ei eine Larve, die einige Zeit im Fruchtfleisch frißt, den Kern aber nicht beschädigt. Früchte, die nur von der Pflaumenbohrerlarve bewohnt sind, haben keine Löcher. Höchstens sind sie an manchen Stellen unregelmäßig eingedellt und bräunlich verfärbt.

4. Nachdem im April 1928 bereits eine große Anzahl der verteilten Fragebogen eingelaufen war, gewann ich einen Überblick über das Gebiet und die Stärke des Befalles und konnte daraufhin beurteilen, wo im April und Mai Beobachtungen anzustellen waren. Ich wählte aus den besonders heimgesuchten Gemeinden je zwei bis drei Obstanlagen aus,

für die ich in Gemeinschaft mit den Besitzern Erhebungen machte, die ich in einem Protokoll über die Geländefaktoren niederlegte.

5. In den ausgewählten Anlagen, über die demnach genaue Angaben vorhanden waren, wurden planmäßige Beobachtungen über den Befall angestellt. Für diese Aufgabe konnten wir eine Reihe von einsichtigen Obstzüchtern, mit denen wir schon seit Jahren zusammenarbeiteten, gewinnen. Damit war eine Gewähr gegeben, daß unsere Richtlinien verständnisvoll und genau befolgt wurden.

6. Auf Grund aller dieser Angaben in Verbindung mit meinen eigenen fortlaufenden Untersuchungen in den verschiedenen Teilen des Befallsgebietes konnten immer wieder Mitteilungen über den Stand des Befalles und Aufrufe zur Bekämpfung an die Obstzüchter hinausgegeben werden. Sie bestanden in kurz gefaßten Notizen, die in der Presse von einem zum anderen Tag erschienen, wodurch unzweckmäßige Verzögerungen vermieden waren. Sie wurden in den meistgelesensten Tageszeitungen abgedruckt.

7. Um zu kontrollieren, ob die Bekämpfung gemäß unsern Anleitungen rechtzeitig und gründlich ausgeführt worden war, ließen wir uns von 350 Obstzüchtern das Ergebnis ihrer Maßnahmen mitteilen.

Ergebnis der Aufklärungstätigkeit:

Aus den Antworten auf alle unsere Anfragen, ferner aus meinem umfangreichen Schriftwechsel mit den örtlichen Beobachtern und den für die besondere Beobachtung eingesetzten Praktikern ging hervor, daß unsere Maßnahmen eine weitgehende Aufklärung bewirkt hatten. Sie spornten das Interesse der Obstzüchter zu einer sorgfältigen Beobachtung und einer rechtzeitigen Bekämpfung an. Letztere war in großem Maßstab teils von Einzelbesitzern teils von den Gemeinden mit Motorspritzen ausgeführt worden. Die Organisation hatte noch einen weiteren Erfolg. Sie stärkte die Verbindung zwischen Forschung und Praxis, was sich in einem fruchtbaren Zusammenarbeiten beider Stellen auswirkte. Die Folge davon in der Praxis ist eine größere Einsicht und Sicherheit des Einzelnen nicht nur in Hinblick auf die Bekämpfung der Pflaumensägewespe, sondern auch für die gesamte Schädlingsbekämpfung geworden.

L. Ähnliche Schädigungen an *Prunus*.

Früchteausfall durch tierische Beschädigungen an Pflaumen, Zwetschgen, Mirabellen und Reineclauden werden im Befallsgebiet häufig allein auf Kosten der Pflaumensägewespe gebucht. Ein Abfallen der unreifen Früchte in einer Größe bis zu 18—20 mm kann jedoch außer durch *Hoplocampa*-Larven auch von anderen Schädlingen verursacht werden.

a) *Rhynchites cupreus* L.

Die Käfer erscheinen zur Zeit des Fluges der Sägewespen. Die ersten Tiere klopfte ich 1929 am 16. April ab. Es vergingen 2—3 Wochen bis sie zur Eiablage schritten. Zu einer Zeit, wo die Früchte etwa 15 mm lang sind, legt das *Rhynchites*-Weibchen ein einzelnes Ei in das Fruchtfleisch, in der Regel 1—4 mm unterhalb der Epidermis ab, indem es diese mit dem Rüssel durchbohrt. Das Ei ist glashell, weißlich, rundoval, ca. 900 μ lang und 488 μ breit (Abb. 48). Darauf begibt sich das Weibchen an den Fruchtstiel, den es in der Mitte oder näher am Fruchtansatz soweit durchnagt, daß nur noch einige Fasern stehen bleiben. Diese zerreißen sehr bald, und die Frucht fällt zu Boden. Erst in der auf der Erde liegenden Frucht schlüpft nach ca. 8—10 Tagen die weiße, beinlose Larve mit dunklem Kopf. Sie bleibt im Fruchtfleisch, von dem sie sich ernährt. In den Kern, der sich zu dieser Zeit schon verhärtet hat, dringt sie nicht ein. Infolge der Unterhöhlung der Epidermis fällt diese mehr und mehr ein, so daß die Frucht eine sich ständig vergrößernde Delle aufweist (Abb. 49). Wenn das Fruchtfleisch fast völlig aufgezehrt ist, begibt sich die Larve in den Boden. Die verlassene Frucht besteht nur noch aus dem Kerngehäuse, über das sich die vertrocknete verrunzelte Epidermis zieht.

Abb. 48. Ei des Pflaumenbohrers *Rhynchites cupreus* L. (ca. 35 ×).

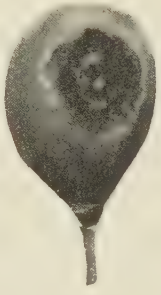


Abb. 49. Ein von *Rh. cupreus* im Fruchtfleisch einer jungen *Prunus*-Frucht. Die Epidermis über dem Ei ist entfernt (etwas verkleinert).

Eine Verwechslung des durch *Rhynchites cupreus* verursachten Befalles mit dem von *Hoplocampa* ist deswegen möglich, weil die von beiden beschädigten Früchte gleichzeitig abfallen. Andererseits ist sie sehr leicht zu vermeiden, wenn man folgende Merkmale berücksichtigt:

Hoplocampa-Arten.

1. Die von Larven beschädigte am Boden liegende Frucht weist ein Loch oder 2—3 Löcher auf, deren Durchmesser bis zu 4 mm betragen (Abb. 50).
2. Im Umkreis der Löcher ist das Fruchtfleisch fest, die Epidermis glatt (Abb. 35).

Rhynchites cupreus L.

1. Die mit dem Ei belegte abgefallene Frucht weist eine kraterförmige Öffnung mit vorgewölbtem Rand auf. Der Durchmesser beträgt etwa 1 mm (Abb. 51).
2. Im Umkreis des Loches ist das Fruchtfleisch weich, die Epidermis runzelig und eingefallen (Abb. 49).

3. Der Stiel samt dem Stielansatz ist nicht mehr vorhanden (Abb. 50).

Abb. 50.

3. Ein mehr oder weniger langes Stück des Stieles samt dem Stielansatz oder nur dieser allein ist vorhanden. Am äußeren Ende ist der Stiel quer durchgeschnitten (Abb. 51).

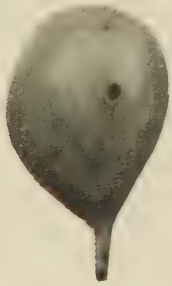


Abb. 51.

4. Die Frucht ist im Innern ausgefressen und mit schwarzem Kot gefüllt. Vom Kern ist nichts mehr vorhanden. Höchstens finden sich Überreste der Kernschale vor (Abb. 52).

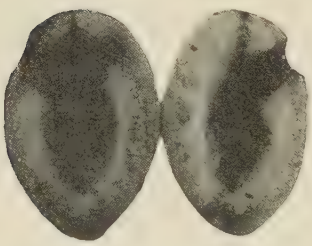


Abb. 52.

5. Wanzenduft.

4. Die Frucht weist von der Öffnung ausgehend eine längliche Höhlung auf, an deren Ende das Ei liegt. Der Kern ist vollständig und unversehrt erhalten (Abb. 53).

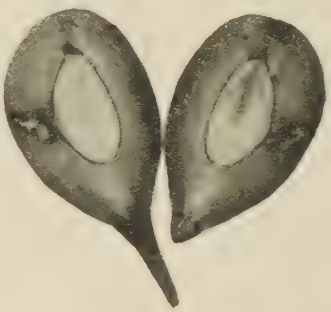


Abb. 53.

5. Wanzenduft fehlt.

Aus dem geschilderten Aussehen der mit dem *Rhynchites*-Ei belegten Frucht geht auch der Unterschied gegenüber Früchten des physiologischen Abfalles hervor. Sie weisen keine Öffnung auf, und der Stiel ist vollständig erhalten.

Hie und da findet man Früchte, in denen an verschiedenen Stellen 1—3 Eier des Pflaumenbohrers vorhanden sind.

Bei starkem Auftreten beider Schädlinge kommt es vor, daß das *Rhynchites*-Weibchen seine Eier in Früchte ablegt, die bereits von einer

Hoplocampa-Larve bewohnt sind. Soviel ich beobachten konnte, trat dadurch eine Störung für diese nicht ein, wenn sie sich im letzten Stadium befand, in dem sie ausschließlich am Kern frißt. Durch das Abfallen der Frucht wurde sie jedoch veranlaßt, etwas früher in den Boden zu gehen.

Rhynchites cupreus ist, wie meine Untersuchungen zeigten, in manchen Gegenden verhältnismäßig häufig. Zur Erläuterung gebe ich hier einige Prozentzahlen für den Befall an. Es wurden unter einem unbehandelten Baum jeweils 500 Früchte wahllos aufgesammelt und untersucht. Dabei ergab sich folgendes:

Bad Dürkheim, 14. 6. 29. Zwetschgen:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 79,3%
„ „ Pflaumenbohrer 20,9%
Freinsheim, 14. 6. 29, Mirabellen:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 79,3%
„ „ Pflaumenbohrer 21,0%
Kallstadt, 16. 5. 29, Mirabellen:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 68,7%
„ „ Pflaumenbohrer 32,5%
Bischheim (Nordpfalz), 20. 6. 29, Mirabellen:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 69,9%
„ „ Pflaumenbohrer. 30,2%
Kirchheimbolanden (Nordpfalz), 20. 6. 29, Reineclauden:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 71,7%
„ „ Pflaumenbohrer 29,4%
Kirchheimbolanden (Nordpfalz), 20. 6. 29, Reineclauden:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 69,4%
„ „ Pflaumenbohrer 30,7%
Ilbesheim (Nordpfalz), 20. 6. 29, Mirabellen:
Ausfall durch Pflaumensägewespe 65,3%
„ „ Pflaumenbohrer 34,7%

Auf je 4 qdm Erde aus dem Umkreis befallener Bäume, in Säcke eingeschaufelt, wurden folgende Befunde festgestellt:

Freinsheim, 18. 6. 29, Zwetschgen:
10 Früchte von Pflaumensägewespe befallen
5 „ „ Pfaumenbohrer „
Freinsheim, 18. 6. 29, Mirabellen:
11 Früchte von Pflaumensägewespe befallen
3 „ „ Pflaumenbohrer „
Dürkheim, 19. 6. 25, Zwetschgen:
4 Früchte von Pflaumensägewespe befallen
4 „ „ Pflaumenbohrer „
Dürkheim, 19. 6. 29, Mirabellen:
25 Früchte von Pflaumensägewespe befallen
0 „ „ Pflaumenbohrer „

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß der Befall durch den Pflaumenbohrer in der Vorderpfalz ziemlich stark ist. Dies muß bei Angaben über Abfall der Früchte immer in Betracht gezogen werden.

Der Schädling trat 1929 auch stark an Edelkirsche auf.

Er scheint weniger eurytherm zu sein als die Sägewespen. Ich habe beobachtet, daß er z. B. in schattigen Geländen, an Nordhängen nach dem Gebirge zu an Pflaume, Zwetschge und Mirabelle die beiden *Hoplocampa*-Arten geradezu ersetzt, daneben aber außerdem starken Befall an Kirsche verursacht, die in den genannten Gebieten später blühen und fruktifizieren als in der wärmeren Vorderpfalz.

b) Gelegenheitsschädlinge.

Während der Fruchtentwicklung von *Prunus* trifft man gelegentlich auch andere Schädlinge an. So finden sich manchmal Raupen der Knospenwickler *Tmetocera ocellana* F. und *Olethreutes variegana* Hb. in den Früchten vor, in die sie durch das Ausbohrloch der Larve eingedrungen sind und das sie dann erweitert und in seiner Umgebung unregelmäßig befressen haben. Dasselbe Verhalten habe ich bei Frostspannerraupen feststellen können. An Bäumen, die in Weinbergen oder in ihrer unmittelbaren Nähe standen, entdeckte ich wiederholt in kleinen Fruchtknoten auch Larven von *Denops albofasciala* Charp. Sie sind als Puppenräuber von *Clysia ambiguella* Hbn. und *Polychrosis botrana* Schiff. bekannt.[1]) So liegt die Vermutung nahe, daß sie die Früchte nicht nur als Schlupfwinkel benutzt, sondern möglicherweise die Larven von *Hoplocampa* angegriffen haben. — Hinsichtlich anderer an *Prunus* vorkommender Larven möchte ich hervorheben, daß die Raupe von *Grapholitha funebrana* Fr. bedeutend später erscheint als die letzten Larvenstadien von *Hoplocampa*. Sie frißt in schon bläulich verfärbten halbreifen und reifen Früchten. Daher kann die von ihr verursachte Beschädigung mit derjenigen der *Hoplocampa*-Larve nicht verwechselt werden. — Aus gewissen Anzeichen schließe ich, daß auch *Hoplocampa brevis* Kl. gelegentlich als Schädling an *Prunus* auftritt.

M. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. In der bayerischen Rheinpfalz tritt seit Jahren die Pflaumensägewespe *Hoplocampa minuta* Christ. außerordentlich stark auf. Sie verursacht große Ernteverluste an Pflaumen, Zwetschgen und Mirabellen. Die vorliegende Darstellung gibt Aufschluß über Biologie und Bekämpfung des Schädlings.

2. Im Verlauf der Untersuchungen stellte sich heraus, daß außer *H. minuta* Christ. auch *H. flava* L. an den Schäden beteiligt ist. Sie wurde bisher in Deutschland als Schädling nicht beschrieben.

[1]) Stellwaag, F., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin, Verlag Paul Parey, 1928.

3. Die beiden Arten wurden von 1927—29 planmäßig beobachtet. Meine Untersuchungen erstreckten sich im Freiland und in Zuchten auf den Gesamtverlauf der Individualentwicklung, auf die Epidemiologie, auf die Art der Beschädigung, auf die Reaktion gegenüber Bekämpfungsmitteln, auf Feinde und auf Unterschiede im Vergleich zu andern Schädlingen an Edel-*Prunus avium* L.

4. Die Biologie beider Arten stimmt weitgehend überein. Wo Unterschiede bestehen, sind sie in den vorliegenden Ausführungen gekennzeichnet.

5. Während der drei Beobachtungsjahre waren die Weibchen zahlreicher als die Männchen. Proterandrie fand nicht statt.

6. Die Imagines nähren sich von Nektar und Pollen. Die Flüssigkeitsaufnahme beeinflußt Lebensdauer und Copula.

7. Die Imagines leben durchschnittlich 14—16 Tage.

8. Die Begattung findet öfter statt. Gegen Ende des Lebens nimmt das Bedürfnis nach Nahrung und Copula ab.

9. Zur Eiablage sticht das Weibchen den Legesäbel von außen her in das Gewebe des Kelches einer halb erschlossenen *Prunus*-Blüte und läßt in die so verursachte zipfelige Tasche ein einziges Ei mit einem Flüssigkeitstropfen gleiten. Es werden durchschnittlich nacheinander 20 bis 30 Eier an verschiedenen Blüten abgelegt, die meisten 3—4 Tage nach dem Schlüpfen.

10. Die Eientwicklung vollzieht sich in der Eitasche. Sie beträgt je nach der Witterung 4—14 Tage. Während dieser Zeit verändert sich das Ei in Farbe, Form und Größe. Zuerst ist es hellgrünlich, nierenförmig, 0,52 mm lang und 0,28 mm breit. Vor dem Schlüpfen ist es weißlich, fast eiförmig, 0,76 mm lang und 0,61 mm breit.

11. Die junge Larve schlüpft in der Eitasche. Sie durchbohrt den Kelch vom Boden der Tasche her nach innen oder wandert über den äußeren Kelchrand in das Innere der Blüte. Hier nagt sie zunächst äußerlich im Fruchtknoten und frißt sich dann in sein oberes Drittel ein. Das Einbohrloch ist rundoval und entspricht dem Kopfdurchmesser der Larve. Die Larvenentwicklung vollzieht sich in Fruchtknoten und unreifen Früchten von *Prunus*. Sie dauert ca. 28 Tage, kann aber durch Witterungseinflüsse verlängert oder verkürzt werden. Im Verlauf ihres Lebens sucht jede Larve etwa 4 unbeschädigte Früchte auf, bohrt sich also immer wieder in neue ein. Der Befall läßt sich äußerlich am Ein- und Ausbohrloch erkennen.

12. Die Larve macht 4 Häutungen durch. Die einzelnen Stadien sind durch die Maße der Kopfkapsel deutlich gekenneichnet. Die Larven sind gelblich weiß. Sie haben bei *H. minuta* vom 1.—4. Stadium braunen Kopf und dunkelbraune Chitinplatten auf den letzten Körpersegmenten. Bei *H. flava* sind vom 1.—4. Stadium Kopf und Chitinplatten gelbbraun. Das 5. Larvenstadium beider Arten hat einen hellen Kopf und gleichfarbene Chitinplatten.

13. Das 1. und 2. Larvenstadium nährt sich vorwiegend vom Fruchtfleisch, das 3. vom Fruchtfleisch und Kern, das 4. und 5. vom Kerninhalt. Der Kot bleibt im Innern der Frucht. Er verwandelt sich in eine jauchige Masse.

14. 1. und 2. bezw. 3. Larvenstadium sind häufig gemeinsam in einer Frucht zu finden. Ihre Überwanderung findet meist zu gleicher Zeit statt. Die älteren Larven bewohnen die Frucht allein.

15. Die Lebensdauer der einzelnen Stadien ist verschieden lang:

Stadium	1	ca.	9 Tage
„	2	„	7 „
„	3	„	4 „
„	4	„	3—4 „
„	5	„	3 „

16. Sämtliche Larven haben große Neigung die Dunkelheit aufzusuchen. Sie können in einigen Minuten Entfernungen bis zu 4 m zurück- und sich ca. 2 Tage außerhalb der Frucht aufhalten. Das letzte Stadium scheidet Wanzenduft aus.

17. Die voll entwickelte Larve fällt mit der letzten Frucht zu Boden, verläßt sie und dringt in kurzer Zeit 10—15 cm tief in die Erde ein. Hier spinnt sie in 24 Stunden einen braunen 5—6 mm langen Cocon, in dem sie als Larve den Winter zubringt. Die Cocons liegen durchschnittlich 8—10 cm tief unterhalb der Bodenoberfläche. In Lehmböden haben sie eine glatte, in Sandböden eine rauhe Außenseite.

18. Im Frühjahr spinnt die Larve einen weiteren seidenartigen Cocon, in dem sie sich in eine bewegliche weiße Puppe verwandelt. Etwa 2 Wochen später schlüpft die Imago. Der Zeitpunkt der Verpuppung und des Schlüpfens ist von der Witterung abhängig. Ungünstig wirkt zu große Trockenheit.

19. Eine geringe Zahl der Larven und Puppen wurde durch Ichneumoniden-Parasiten und eine Bakterienkrankheit ausgeschaltet.

20. Die Verbreitung der beiden *Hoplocampa*-Arten in der Rheinpfalz ist bedingt durch die dortigen Klimaverhältnisse, durch die geschützte Lage der zusammenhängenden Obstpflanzungen und die starke Besonnung der Reinkulturen.

21. Der Übergang der *H. flava* von Wildkirsche auf Edel-*Prunus* sowie das Vorkommen der Imagines in Kirschblüten läßt Schädigungen an der Edelkirsche möglich erscheinen. Der Ernteausfall an Pflaume wird vergrößert, wo beide Arten vorhanden sind, weil sich dann der Befall auf längere Zeit ausdehnt.

22. Zwar konnten Imagines durch gifthaltige Zuckerlösungen ausgeschaltet werden, doch war damit eine genügend große Abtötung in der Praxis nicht zu erreichen. Die einzig erfolgreiche Bekämpfung ist nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse durch die Vernichtung der Larven, sobald sie die Früchte wechseln, möglich. Kurz vor ihrer Hauptüber-

wanderung, also etwa 8 Tage nach Abfall der Blütenblätter, spritzt man die jungen Früchte mit arsenhaltigen Präparaten. Man kann die Wirkung durch Zusatz von Nikotinsulfat erhöhen. Eine zweite Behandlung etwa 8 Tage später ergreift die älteren überwandernden Stadien. Der Zeitpunkt der Bekämpfung wird am besten an Hand örtlicher Beobachtungen festgelegt. Eine zweimalige rechtzeitige Spritzung erwies sich als ausreichend.

23. Im Frühjahr 1928 gründeten wir in der Pfalz eine eigene Organisation zur Aufklärung und Bekämpfung. Sie konnte sich durch staatliche Unterstützung im Jahre 1929 besonders auswirken.

24. Ähnliche Schädigungen, wie sie die *Hoplocampa*-Larven an Edel-*Prunus* verursachen, werden von andern Insekten hervorgerufen. Diejenigen von *Rhynchites cupreus* L. sind im einzelnen mitgeteilt.

N. Literatur über *H. minuta* Christ. und *flava* L.

Berlese, Entom. Agraria 1924, S. 157.

Bovien, P., Blommehvepsen og Paerehvepsen (*Hoplocampa fulvicornis* og *H. brevis*). (Plum and Pear Sawflies.) Gartner-Tidende, 1928, reprint 2 pp., 3 figs., Copenhagen 1928.

Dalla Torre, Catalogus Hymenopterorum, Vol. 1.

Enslin, E., Deutsche Ent. Zeitschr. Berlin 1914.

Ferdinandsen, C., und Rostrup, S., Oversight over Sygdome hos Landbrugets og Havebrugets Kulturplanter i 1918. (Report on Insect Pests and Fungous Diseases of the Field and Orchard in 1918.) Tidskrift for Plant., Copenhagen, xxvi, 1919, pp. 683—733.

Ferrant, V., Die schädlichen Insekten der Land- und Forstwirtschaft, ihre Lebensweise und Bekämpfung. Luxemburg, 1911.

Feytaud, J., Les Hoplocampes ou vers cordonniers dans le Sud-Ouest de la France. Revue de Zool. Agric. et Appliqué. 1924, Heft II.

— — Les Vers de la Prune. Rev. Zool. agric. xxvii, Nr. 12, pp. 181—189, Bordeaux, Dez. 1928.

Fintescu, G. N., *Hoplocampa fulvicornis* Fabr. La Mouche-a-scie des Prunes. Note préliminaire. Bull. Sect. Sci. Acad. Roumaine, Bucarest, vii, no. 1—3, 1920—1921, pp. 42—45.

— — Musca Fierăsträu a Prunelor, *Hoplocampa fulvicornis* Fabr. Hym. Tenthr. — Min. Agr. Si Domen. Nr. 129. Bukarest 1928.

— — La Mouche a scie des Prunes, *Hoplocampa fulvicornis* F. Hym. Tenthred. Rennes xi 1921, pp. 6—23, 13 figs.

Fryer, J. C. F., and others, Report on the Occurrence of Insect and Fungus Pests on Plants in England and Wales for the Year 1919. Minist. Agric., Fisheries, London, Misc. Pubn., no. 33, 1921, pp. 6—25.

Grandi, G., Le Hoplocampa dei Susini nell'Emilia. Ann. di Tecnica Agraria, Roma 1928.

Henschel, G., Die schädlichen Forst- und Obstbaum-Insekten, ihre Lebensweise und Bekämpfung. 3. Aufl. Berlin, 1895.

Harukawa, Chukichi, Studien über die Bionomie der Birnfruchtsägefliege *Hoplocampa minuta* Christ. Bericht des Ohara Institutes für landwirtschaftliche Forschungen in Kuraschiki, S. 505—518.

Jordan, K. H. C., Die tierischen Schädlinge. 2. Aufl. Leipzig, 1927.

Kolbe, H., Gartenfeinde und Gartenfreunde. Berlin, 1901.
Kollar, V., Naturgeschichte der schädlichen Insekten in Beziehung auf Landwirtschaft und Forstkultur. Wien 1837.
Krassilstchik, J. M., Report on the work of the Bio-Entomological Station of Beßarabien during 1914. Published by the Zemstvo of the gov. of Beßarabia, Kishinev 1915.
Kunze, Geschmacks- und Giftwirkungen des Fluornatriums auf die Honigbiene. Nachrichtenblatt d. Deutschen Pflanzenschutzdienstes IX. 1929.
Marchal, P., und Foex, E., Rapport Phytopathologique pour les Années 1919—1920. Ann. Epiphyties, Paris, vii (1919 und 1920), 1921.
Massee, A. M., Entomology, Programme of Research with Brief Progress Reports. Ann. Rept. East Malling, Res. Sta. 1926, pt. 1 (general), pp. 63—65. East Malling, Kent, Mai 1927.
Ol, I. A., Progressive Fruit Growing and Market Gardening. St. Petersburg no. 22, 14. June 1914, pp. 704, 711—712 und 713.
Plotnikov, V., Insects injurious to Orchards, Fields-crop and Market-Garden in Turkestan, with indications of methods of fighting them. Turkestan Entomological Station, Tashkent, 1914, 216 pp., 122 figs.
Reh, L., Die tierischen Feinde, Band 3 aus Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1913, S. 594.
Ritzema Bos, J., Tierische Schädlinge und Nützlinge für Ackerbau, Viehzucht, Wald- und Gartenbau. Berlin, 1891.
Rörig, G., Tierwelt und Landwirtschaft. Stuttgart, 1906.
Sprengel, L., Die Pflaumensägewespe (*Hoplocampa fulvicornis* Klg.); Wegweiser im Obst- und Gartenbau, S. 70, Heft 9, 36. Jahrg., 1928, mit Abbildungen.
— — Die Pflaumensägewespe, Besprechung der Vertrauensmänner des Bezirkes Bad Dürkheim. Pfalz-Wein, Nr. 22, Mai 1928.
— — Über die Lebensgeschichte der Pflaumensägewespe und Versuche zu ihrer Bekämpfung. Der Obst- und Gemüsebau, 17. Okt. 1928, mit Abbildungen.
— — Die Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Vortrag, gehalten auf der Bezirksobstbauversammlung in Bad Dürkheim am 17. 2. 1929. Dürkheimer Anzeiger 1929.
— — Die Verwendung von Nosprasen bei der Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Nachrichtenblatt über Schädlingsbekämpfung, 4. Jahrg., Nr. 1, März 1929.
— — *Hoplocampa flava* L. als Pflaumenschädling. Anz. f. Schädlingsk., H. 3, März 1929.
— — Die Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Der Obst- und Gemüsebau, Heft 5, Mai 1929.
— — Zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Der praktische Ratgeber im Obst- und Gartenbau, Nr. 27, Juli 1929.
— — Zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Anz. f. Schädlingskunde, 5. Jahrg., Heft 6, 1929.
Schilling, H. v., Die Pflaumensägewespe. Praktischer Ratgeber für Obst- u. Gartenbau, Jahrg. 1891, S. 256.
— — Praktischer Ungezieferkalender. Frankfurt a. Oder, 1902.
Schøyen, T. H., Beretning om skadeinsektenes optreden i land- og havebruket i arene 1924 og 1925. (Report on Insects Pests occurring in Agriculture and Horticulture in 1924 und 1925). 31 pp., 15 figs., Oslo 1925.
Stellwaag, F., Organisation zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Vortrag, gehalten im Kreisobstbauverband pfälzischer Obstbauvereine am 24. Februar 1929 in Landau.
Taschenberg, E. L., Prakt. Insektenkunde. II. Die Käfer u. Hautflügler. Bremen, 1879.
— — Schutz der Obstbäume gegen feindliche Tiere. Stuttgart, Verlag 1901.
Theobald, F. V., Report on the Orchards and Fruit Plantations of Worcestershire, p. 14, 1906.
— — Report on Economic Zoology for the year ending April 1st., 1906, p. 54.
— — The Insect and other allied Pests, Wye Court, Wye 1909, p. 376.

Tullgren, A., Skadedjur i Sverige Aren 1912—1916. (Injurious Animals in Sweden during 1912—1916). Meddelande från Centralanstalten för Jordbruksförsög, no. 152; Entomologiska Avdelningen, no. 27, p. 104.

Van Poeteren, N., Verslag over de Werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in de Jaren 1920 en 1921. (Report on the Work of the Phytopathological Service in the Years 1920 und 1921). Verslagen en Meded. Plantenziekten. Dienst, Wageningen, no. 27, Juli 1922, 92 pp., 2 plates.

Vitkovsky, N., Pests and diseases of plants, observed during 1913 in the Governement of Bessarabia. Mem. Bess. Soc. Nat. Kishinev, 1914.

Warburton, C., Annual Report for 1926 of the Zoologist. Il. R. Agric. Soc. England, pp. 352—356, London 1926.

Werth, E., Zahlenangaben über Obstschäden in Dahlem. Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst, 6. Jahrg., Nr. 7, Juli 1926.

Werth, E., und Wilhelm, P., Zur Kenntnis der Pflaumensägewespe (*Hoplocampa fulvicornis* Klug). Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst, Aug. 1927, Ref. in Zentralbl. f. Bakteriologie, Nov. 1928, S. 287.

Wilke, S., Zur Kenntnis der Lebensweise und Schädlichkeit der Pflaumensägewespe (*Hoplocampa minuta* Christ.). Nachrichtenblatt f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst, vii, Nr. 10, S. 91—94, 2 Abb., Berlin, Okt. 1928.

Woroniecka, J., Observations on the Pest of Cultivated Plants that appeared in the District of Lublin and in a part of the District of Kielce during the Years 1926 and 1927. Mém. Inst. nat. polon. Econ. rur. Pulawy, ix, pt. 1, pp. 216—251, 17 refs., Pulawy 1928.

0. Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 1
II. Bisherige Untersuchungen 2
III. Name 4
IV. Nährpflanzen 6
V. Geographische Verbreitung 6
VI. Eigene Untersuchungen 7
A. Zucht 7
a) Allgemeines 7
b) Besondere Untersuchungsmethoden 9
1. Abfangen der Imagines 9
2. Anlockung der Imagines 9
3. Kontrolle der Eiablage und des Larvenbefalles 11
B. Imagines 14
a) Morphologie 14
b) Biologie 15
1. Auftreten der Imagines 15
2. Dauer des Fluges 20
3. Zahlenverhältnis der Geschlechter 23
4. Nahrungsaufnahme 23
5. Copula 26
6. Fortbewegung 26
7. Blütenbesuch 27
8. Lebensdauer 27
C. Eier und Eiablage 27
a) Morphologie und Biologie 27
1. Die Eier innerhalb der Ovarien 27
2. Die Eier nach der Ablage 29

Seite
3. Eiablage 30
4. Zahl der abgelegten Eier 34
5. Zeitdauer der Eiablage 34
6. Eientwicklung 38
7. Schlüpfen 38
D. Larven 39
a) Morphologie 39
b) Biologie 42
1. Larvenentwicklung 42
2. Dauer der Entwicklung 43
3. Fraß der Larven 45
4. Äußere Kennzeichen für den Larvenbefall 52
5. Auswahl der Früchte 52
6. Größenverhältnis von Früchten und Larven 53
7. Aufenthaltsdauer der einzelnen Stadien in den Früchten 53
8. Zahl der geschädigten Früchte 54
9. Folgen des Larvenbefalles 54
10. Wanzenduft der Larven 54
11. Lichtempfindlichkeit 54
12. Fortbewegung 54
13. Reaktion der Larven auf Veränderungen an der Nährpflanze . . . 56
14. Beendigung des Fraßes und Verlassen der Frucht 56
15. Eindringen der Larven in den Boden 57
16. Herstellung der Cocons 58
17. Bodentiefe der Puppencocons 59
18. Verteilung der Cocons im Boden 60
19. Larvenruhe im Cocon 60
E. Puppengespinst und Puppe 61
a) Morphologie 61
b) Biologie 61
1. Verpuppung und Dauer des Puppenstadiums 61
2. Vorgang des Schlüpfens 62
3. Zeitpunkt der Verpuppung und des Schlüpfens 62
F. Feinde 62
a) Parasiten 62
b) Krankheiten 63
c) Pilze 64
G. Schadenbild und Schaden 64
H. Verbreitung des Schädlings in der bayerischen Rheinpfalz 65
I. Bekämpfung 67
a) Abschreckung der Imagines 67
b) Anlockung der Imagines mit Giftködern 67
c) Vergiftung der Imagines durch Spritzung der Bäume 68
d) Bekämpfung der Larven 69
e) Zeitpunkt der Larvenbekämpfung 71
K. Organisation der Bekämpfung in der Pfalz 73
L. Ähnliche Schädigungen an *Prunus* 76
a) *Rhynchites cupreus* L. 77
b) Gelegenheitsschädlinge 80
M. Zusammenfassung der Ergebnisse 80
N. Literatur über *H. minuta* und *flava* 83
O. Inhaltsverzeichnis 85

Beiträge zur Entwicklungs- und Ernährungsbiologie einheimischer Coccinelliden unter besonderer Berücksichtigung von Coccinella septempunctata L.

Von

Alfred Jöhnssen, Köln.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Landw. Hochschule Bonn-Poppelsdorf
Direktor: Prof. Dr. E. Schaffnit.)

(Mit 14 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 88
A. Entwicklungsbiologie 88
I. Die Entwicklung unter natürlichen günstigen Bedingungen 88
a) Generationszahl 89
b) Kopulation 90
c) Zeit und Art der Eiablage 91
d) Dauer der Eientwicklung 92
e) Larvenentwicklung 93
f) Verpuppung 95
g) Imago 96
h) Dauer der Gesamtentwicklung 96
II. Die Entwicklung unter künstlich abgeänderten Bedingungen 101
a) Einflüsse der Temperatur und Feuchtigkeit
1. auf die Eientwicklung 102
2. auf die Larvenentwicklung 107
b) Einfluß der Temperatur
1. auf die Puppenruhe 109
2. auf die Dauer der Gesamtentwicklung von *Coccinella septempunctata*
3. auf die Geschlechtstätigkeit der Imago 111
4. auf die Fraß- und Verdauungstätigkeit von Larve und Imago . . 112
B. Sterblichkeit und Feinde 117
I. Sterblichkeit 120
a) während der Larvenzeit; b) während der Puppenruhe; c) während der Imagozeit; d) Gründe für die Sterblichkeit. 120
II. Feinde 121
C. Fraßbiologie 123
I. Der Fraß der Larve 123
a) Fraßmenge von *Coccinella septempunctata* 125
b) Fraß und Häutung 128
c) Fraßmenge von *Adalia bipunctata* 130
II. Der Fraß der Imago 131
a) Fraßmenge von *Coccinella septempunctata* 131
1. Jungkäfer 131
2. Altkäfer 133
b) Fraßmenge der Altkäfer von *Adalia bipunctata* 143
III. Die Widerstandsfähigkeit der Jungkäfer gegen Hungern 146
D. Die Wirkung der Blattlausbekämpfungsmittel auf die Entwicklungsstadien der Coccinelliden 148
a) auf die Eier; b) auf die Larve; c) auf die Puppe; d) auf die Imago.
E. Ergebnisse 155

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit setzt sich zum Ziele, die wirtschaftliche Bedeutung der einheimischen Vertreter der Coccinelliden als Blattlausvertilger zu klären. Den Coccinelliden wurde vielfach, besonders von den Praktikern große Bedeutung für den Massenwechsel der Blattläuse beigemessen, und in manchen Fällen sicher mit Recht. Es sei nur erinnert an die Verwendung von *Novius cardinalis*, eines Nützlings ersten Grades, zur biologischen Bekämpfung der Schildlaus *Icerya purchasi* (15). Im Gegensatz zu diesem Coccinelliden sind unsere einheimischen Arten nach Stellwaag (43) nur zur dritten Gruppe der Nützlinge zu stellen. Um die Frage, welche wirtschaftliche Bedeutung *Coccinella septempunctata* L. und *Adalia bipunctata* L. bei der Gradation der Blattläuse zukommt, eindeutig zu lösen, bedarf es aber noch einer genauen Untersuchung der Entwicklung und Ernährung unter natürlichen Bedingungen sowie der Feststellung des Einflusses, den die Einschaltung künstlich abgeänderter Umweltsfaktoren auf Entwicklung und Fraßtätigkeit ausübt. Diese Untersuchungen wurden auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. E. Schaffnit, im Institut für Pflanzenkrankheiten der Landwirtschaftlichen Hochschule Ponn-Poppelsdosf durchgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. E. Schaffnit für die mir gewährte Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Herrn Privatdozenten Dr. H. Weber, Assistenten am hiesigen Institut, möchte ich an dieser Stelle meinen besonderen Dank sagen für seine persönliche Anleitung und freundlich gewährte Hilfe. Ebenso bin ich Herrn G. Müller, Klein-Furra, für die Bestimmung einiger Anthocoriden, Herrn Dr. H. Schmitz S. J., Aachen, für die des Dipterons *Phalacrotophora fasciata* Fall. und Herrn Dr. Bischoff, Berlin, Zoologisches Museum der Universität, für die Bestimmung der Braconide *Dinocampus (Perilitus) terminatus* Nees zu großem Danke verpflichtet.

A. Entwicklungsbiologie.

I. Die Entwicklung unter natürlichen günstigen Bedingungen.

Methodik.

Zur Beobachtung der Entwicklung von *Coccinella septempunctata* L. und *Adalia bipunctata* L. wurden Einzel- und Massenzuchten angesetzt. Zur Verwendung gelangten für die letzteren nur Einmachgläser von 4 Liter Inhalt, für die Einzelzuchten solche von 2 Liter Inhalt und Zuchtröhrchen von 12—13 cm Länge und 3 cm Weite. Um weitgehende Übereinstimmung mit den Freilandbedingungen zu erreichen, wurden die Zuchtgefäße mit Gaze verschlossen. Der einfachste und am schnellsten

zu bewirkende Verschluß wurde durch Umlegen eines Gummibandes erreicht. Der Boden der Einmachgläser und die Hälfte der Innenwandung zu $^2/_3$ bis $^3/_4$ ihrer Höhe wurden mit Filtrierpapier ausgekleidet, um auf diese Weise und durch Einbringen von trockenen Zweigen den Larven und Käfern die Fortbewegung zu erleichtern. Zur Beobachtung der Eientwicklung wurden nur Zuchtröhrchen und Petrischalen benutzt, da sich das Auszählen der Eier in den Zuchtgläsern als zu schwierig erwies. Infolgedessen mußten auch die zur Beobachtung auf Eiablage im Freien gehaltenen Imagines in solchen Zuchtröhrchen untergebracht werden. Die Kontrolle der Gefäße mußte wegen der starken Neigung der Weibchen, selbst bei ausreichender Nahrung die eigenen Eier zu fressen, mehrere Male am Tage vorgenommen werden, um sämtliche Eiablagen zahlenmäßig erfassen zu können.

Die Aufstellung der Zuchtgefäße erfolgte im Freien auf einem nach 3 Seiten offenen überdachten Gestell.

Die Entwicklung.

a) Generationszahl.

Coccinella septempunctata hatte nur eine Generation im Jahr. Die Imagines schlüpften frühestens am 10. Juni. Da die Eiablage der Altkäfer vom Mai bis Ende Juli — Anfang August statt hat, findet man in den Sommermonaten alle Entwicklungsstadien des Käfers nebeneinander. Die Jungkäfer überwintern unter Pflanzenteilen, Laub, Moos und Baumrinde, in Mauerspalten und anderen Verstecken nach vorangegangener je nach dem Zeitpunkt des Schlüpfens kürzerer oder längerer Fraßperiode. Massenansammlungen sind nach den Beobachtungen von Gineste (18), Werner (49) und Camerano (8) keine Seltenheit. Dobzhansky (13) hält diese auch regelmäßig in amerikanischen Gebirgen, auf Berggipfeln von Spanien bis Turkestan beobachteten Massenansammlungen für Überwinterungsgesellschaften, da die Geschlechtsorgane der Käfer nicht ausgereift und dementsprechend der Fettkörper unerschöpft war. Den Antrieb zum Verlassen der Winterquartiere sieht er in der beginnenden Reifung der Geschlechtszellen.

Bei *Adalia bipunctata* konnte im Sommer 1928 eine zweite Generation beobachtet werden. Sie scheint aber nur unter sehr günstigen Außenbedingungen aufzutreten, denn es kamen nur 4 Weibchen zur Eiablage und mehr als zwei Eiablagen wurden in keinem Falle festgestellt.

Die Käfer verlassen im Frühjahr mit dem Ansteigen der Außentemperatur ihre Winterquartiere. Aus eigenen im Freien überwinterten Zuchten erschienen die ersten Käfer schon am 18. März 1929, die letzten am 22. März. Im Frühjahr 1928 wurden im Freien trotz täglicher, oft mehrstündiger Suche in den Mittagsstunden die ersten Exemplare von *Coccinella septempunctata* erst in der ersten Hälfte des Monats Mai gefunden.

b) Kopulation.

Die Hauptkopulationszeit liegt nach dem Überwintern im Frühjahr. Von Mitte Mai ab konnten an wärmeren Tagen, bei Sonnenschein, besonders in den wärmeren Mittagsstunden die Käfer oft in Copula gefunden werden. Vor der Überwinterung konnte nur in einem Fall eine Copula, und zwar 6 Tage nach dem Schlüpfen, beobachtet werden, nach welcher eine Eiablage nicht erfolgte. Es ist nicht anzunehmen, daß etwa abgelegte Eier von dem Käfer gefressen worden sind, was selbst bei reichlicher Fütterung vorkommt, denn die Zuchtgläser wurden so oft wie möglich kontrolliert und Reste von gefressenen Eiern, die man sonst bei genauer Prüfung entdecken kann, wurden nicht gefunden.

Der Kopulationsvorgang selbst zeigt keine Besonderheiten. Das Männchen klammert sich auf dem Rücken des Weibchens fest und ändert diese Stellung während der ganzen Dauer der Copula nicht.

Beobachtungen über die Dauer der Copula liegen von 10 Pärchen von *Coccinella septempunctata* vor. Danach schwankt die Zeitdauer derselben in sehr weiten Grenzen, von 5 Minuten bis zu $4\,^3/_4$ Stunden. Meist überschritt die Dauer eine Stunde nicht, nur in 3 Fällen konnte eine 2, 3 bzw. $4\,^3/_4$ Stunden dauernde Vereinigung festgestellt werden. Bei *Adalia bipunctata* wurden Beginn und Ende von 8 Kopulationen festgestellt. Die Zeitdauer schwankt zwischen 30 Minuten und 5 Stunden. Nur in einem Falle konnte eine bedeutend längere Kopulationsdauer beobachtet werden, zugleich bei demselben Pärchen die dreimalige Wiederholung der Begattung. Diese Copula

begann	am	5. 5. 28,	15^h	und	dauerte	bis	6. 5. 28,	$2\,^1/_4{}^h$, also $11\,^1/_4$ Std.
1. Wiederholung		6. 5. 28,	13^h	„	„	„	6. 5. 28,	18^h, „ 5 „
2.	„	7. 5. 28,	11^h	„	„	„	7. 5. 28,	$12\,^1/_2{}^h$, „ $1\,^1/_2$ „
3.	„	7. 5. 28,	18^h	„	„	„	7. 5. 28,	22^h, „ 4 „

Es ist hiermit also zugleich festgestellt, daß die Vereinigung mehrmals stattfindet. Dasselbe zeigte für *Coccinella septempunctata* ein mit 3 Männchen und 2 Weibchen in der Weise angestellter Versuch, daß jedes der 3 Männchen jedem der beiden Weibchen zugeführt wurde. In allen Fällen kopulierten die Paare nach 10—45 Minuten nach dem Zusammenbringen, also jedes Männchen unter Berücksichtigung einer früher beobachteten Copula mindestens dreimal, während auf jedes Weibchen, da alle schon vor Beginn des Versuches befruchtete Eier abgelegt hatten, mindestens 4 Kopulationen entfallen. Als weiteres Beispiel für wiederholte Vereinigung dient ein Jungkäfer der gleichen Art, der 4 Tage nach der ersten Begattung die ersten Eier abgelegt hatte. Dieses Weibchen wurde sofort nach der Eiablage mit dem gleichen Männchen aus der ersten Copula zusammengebracht und schon nach einer halben Minute hatte die zweite Copula begonnen.

c) Zeit und Art der Eiablage.

Zeit der Eiablage.

Eingesammelte und unter Freilandbedingungen gehaltene Weibchen legten die ersten Eier zwischen dem 21. und 28. Mai ab. Im Freien konnten trotz täglichen, oft mehrstündigen Absuchens der Plätze, an denen Exemplare von *Coccinella septempunctata* beobachtet wurden, keine Eiablage vor dem 22. Mai festgestellt werden. *Adalia bipunctata* hatte schon etwas früher mit der Eiablage begonnen, denn es wurden bereits am 24. Mai die ersten Larven in zusammengerollten Blättern von *Acer monspessulanum* entdeckt. Im Sommer 1928 geschlüpfte ♀♀ von *Coccinella septempunctata* begannen nach der Überwinterung am 24. Mai 1929 mit der Eiablage.

Ort der Eiablage.

Die Eier werden von den Käfern meist auf den Blattunterseiten in der Nähe von Blattlauskolonien in Haufen von verschiedener Größe abgelegt. Nur in seltenen Fällen konnten Eier auf Blattoberseiten oder an Stengeln von *Vicia faba* gefunden werden. Häufiger wurden aber Gelege von *Adalia bipunctata* auf Blattoberseiten, gelegentlich auch an Baumstämmen gefunden. So wurden von einem Ribes-Strauch in wenigen aufeinander folgenden Tagen 22 Gelege von *Adalia bipunctata* eingesammelt, von denen 15 auf den Blattoberseiten abgelegt waren, und auch auf Blattoberseiten von *Vicia faba* und *Betula pubescens* konnten oft Eigelege von dieser Art gefunden werden. In der Mehrzahl aller Fälle waren sie jedoch wie bei *Coccinella septempunctata* auf den Blattunterseiten tonnenförmig nebeneinander abgelegt.

In den eigenen Zuchten legten beide Arten die Eier, wenn Blätter oder trockene Zweige in den Zuchtgefäßen vorhanden waren, stets an denselben ab, sonst an den Glaswandungen, mit Vorliebe an den Verschlußstopfen.

Zeit der Ablage nach der Copula und Dauer der Ablage.

Die Eiablage der Altkäfer begann 8—15, im Mittel 13 Tage nach der Kopulation. Sie erstreckte sich auf eine Dauer von 44 bis 74 Tagen. Der Prozentsatz der Tage, an denen während dieser Zeit Eier abgelegt wurden, schwankte zwischen 64,8 und 71,4. Die ermittelten Durchschnittszahlen sind 57,6 Tage bzw. 68,2%.

Das Gelege.

Die Eier haben elliptischen Umriß und sind von gelbem Farbton, der je nach der Nahrung heller oder dunkler ist. Davidson (12) machte in Amerika die gleiche Beobachtung bei *Scymus nubes Casey*, wo die Eier bei Ernährung der Weibchen mit der hellgrünen Blattlaus *Myzus*

persicae eine helle gelblich-grüne Farbe zeigten, bei der Fütterung mit schwarzen *Aphis rumicis* dunkel bernsteinfarbig waren.

Die Größe der Eigelege war außerordentlich verschieden. Die größten Gelege wurden nicht zu Anfang, sondern mehr gegen das Ende der Eiablage gefunden. Die höchste Eizahl betrug 675, die niedrigste 395 Stück. Die für einen Tag ermittelte Durchschnittszahl an Eiern betrug 8,8. Die Höchstzahl der Eier eines Geleges war 51.

d) Dauer der Eientwicklung.

Die Eier schlüpften je nach der Außentemperatur nach 5,5 bis 14, im Mittel nach 9,2 Tagen. Daß die Verzögerung der Entwicklungsdauer lediglich ihren Grund in der niedrigen Temperatur während der Entwicklungszeit hat, zeigt eine vergleichende Betrachtung der Gesamtentwicklungstabelle (Tab. 2) und der Temperaturtabelle (Tab. 3), aus der hervorgeht, daß Eier vom 24. und 27. 5. 1928 nur einen bzw. 2—3 Tage später schlüpften als solche, die schon am 16. 5. 1928 abgelegt wurden.

Unter den gleichen Außenbedingungen ergab sich für *Adalia bipunctata* daß die Eier frühestens nach 5, spätestens nach 13, im Mittel nach 8,1 Tagen schlüpften. Die Dauer der Eientwicklung war bei dieser Art also geringer als bei *Coccinella septempunctata.*

Daten über nicht geschlüpfte Eier.

Der Prozentsatz von nicht geschlüpften Eiern war bei *Coccinella septempunctata* bedeutend höher als bei *Adalia bipunctata.* Die Eier von *Coccinella septempunctata* schlüpften im Mittel zu nur 60% gegenüber 96,4% bei *Adalia bipunctata.* Die nachstehende Tabelle (Tab. 1) zeigt die Schlüpfergebnisse der einzelnen verwendeten Gelege beider Arten. Unter der Bezeichnung „nicht geschlüpft" sind die Eier zusammengefaßt, die gar keine Entwicklung zeigten und diejenigen, in welchen sich zwar die Larve entwickelte, sich aber nicht oder nur teilweise herausarbeiten konnte. Letzteres trat nur selten ein, während eine Entwicklung bis zur Larve ohne den Beginn des Auskriechens weit öfter beobachtet wurde. Solche entwickelten, aber nicht geschlüpften Eier lassen den normal ausgebildeten Embryo bei der Betrachtung mit der Lupe, am besten nach dem Entfernen der Eihaut, in richtiger Lage erkennen. Der Prozentsatz der Eier, die ohne jede Entwicklung blieben, war in den meisten Fällen etwas niedriger als der der entwickelten, aber aus unbekannter Ursache nicht geschlüpften Eier.

Die Tabelle 1 zeigt, daß das Schlüpfergebnis bei *Coccinella septempunctata* in weiten Grenzen schwankte (16—93%). Aus ihr geht ferner hervor, daß große Schwankungen in den Prozentsätzen selbst bei Eigelegen desselben Käfers auftreten und daß die Schlüpfergebnisse der einzelnen Käfer untereinander auch sehr verschieden waren.

Tabelle 1.

Coccinella septempunctata.

Gelege Nr.	Käfer	Eizahl	Geschlüpfte Eier	Nicht geschlüpfte Eier	Geschlüpfte Eier %	Im Mittel geschlüpft %
I	A	46	16	30	34,78	37,36
II	A	12	2	10	16,67	37,36
III	A	5	3	2	60,00	37,36
IV	A	28	13	15	46,43	37,36
V	B	29	27	2	93,10	79,22
VI	B	48	34	14	70,83	79,22
VII	C	18	14	4	77,78	74,42
VIII	C	25	18	7	72,00	74,42
IX	D	14	8	6	57,14	57,14
I—IX		225	135	90	60,00	—

Adalia bipunctata.

Gelege Nr.	Eizahl	Geschlüpfte Eier	Nicht geschlüpfte Eier	Geschlüpfte Eier %
I	14	14	—	100
II	7	7	—	100
III	28	28	—	100
IV	26	25	1	96,15
V	14	14	—	100
VI	17	14	3	82,35
VII	17	16	1	94,12
VIII	20	20	—	100
IX	23	22	1	95,65
I—IX	166	160	6	96,39

e) Larvenentwicklung.

Erste Lebensäußerungen der Junglarve.

Bis kurz vor dem Auskriechen sind an dem Ei irgendwelche Veränderungen nicht wahrzunehmen. Meist erst am Tage des Schlüpfens, bei niedrigen Temperaturen schon früher, nehmen die Eier einen grauen Farbton an, der gegen das Ende der Entwicklung zunimmt. Die Eier schrumpfen in der Längsrichtung mehr oder weniger ein und lassen bei der Betrachtung unter der Lupe den im Innern ruhenden Embryo durchschimmern. Kurz vor dem Schlüpfen kann man an demselben Bewegungen wahrnehmen, wodurch die Eihaut an der über dem Thorax gelegenen Stelle einreißt. Die das Auskriechen bewirkenden Eigenbewegungen der Larve sind bei niedrigen Temperaturen weniger intensiv und ebenso ver-

bleiben die Larven an kühlen Tagen 24 Stunden und länger auf den leeren Eihüllen. Dagegen verlassen sie dieselben bei Einwirkung von Wärme und Sonnenstrahlen sehr bald, um sich auf die Nahrungssuche zu begeben. Vorher fressen sie meist an den leeren Eihäuten, den unbefruchteten und den noch nicht geschlüpften Eiern. Die eigentliche Nahrungsaufnahme setzt sofort mit dem Umherwandern ein.

Zahl und Dauer der Larvenstadien.

Im Laufe der Entwicklung häuten sich die Larven bis zur Verwandlung in die Puppe 3 mal. Es ergeben sich somit 4 Larvenstadien. Die Dauer der Larvenentwicklung betrug 29—45, im Mittel 33,7 Tage. Unter Berücksichtigung einer 29- bis 34tägigen Dauer der 4 Larvenstadien ergab sich folgende Zeitverteilung auf die einzelnen Abschnitte:

Larvenstadium	I	5,5 Tage
„	II	4,2 „
„	III	5,3 „
„	IV	16,5 „
	I bis IV	31,6 Tage

Für *Adalia bipunctata* gibt Escherich (16) folgende Daten an:

Larvenstadium	I	6—10 Tage
„	II	4— 6 „
„	III	2— 9 „
„	IV	6—14 „

Clausen (9) fand in Amerika eine kürzere Entwicklungsdauer und folgende Aufteilung auf die einzelnen Abschnitte:

Larvenstadium	I	4,6 Tage
„	II	2,9 „
„	III	3,0 „
„	IV	5.6 „
	I bis IV	16,1 Tage

In eigenen Freilandzuchten konnte eine Gesamtdauer der Larvenstadien von 25—37, im Mittel von 30,5 Tagen gefunden werden. Tabelle 3 enthält die Temperaturen, unter denen die Entwicklung stattfand. Die nachfolgenden Durchschnittszahlen wurden unter Berücksichtigung einer Gesamtdauer von 27—28 Tagen für die einzelnen Abschnitte ermittelt:

Larvenstadium	I	7,6 Tage
„	II	4,8 „
„	III	5,2 „
„	IV	9,8 „

Nicht nur die Temperatur, sondern auch das individuelle Verhalten der einzelnen Larve beeinflußte die Schnelligkeit der Entwicklung. Die Beobachtungen ergaben, daß die Häutungen und Verpuppungen der Larven

desselben Geleges unter den gleichen Bedingungen und bei reichlicher Nahrungszufuhr nicht am gleichen Tage stattfanden, sondern daß oft erhebliche Verzögerungen eintraten (s. Gesamtentwicklungstabelle, Tabelle 2). Der Grund hierfür lag darin, daß das eine Individuum besser und reichlicher fraß als das andere und somit auch früher zu der nächsten Häutung und zur Verpuppung gelangte. Diese Aufspaltungen der einzelnen Gelege, die früher oder später statt hatten, wirkten sich insofern ungünstig aus, als sie den Kannibalismus in den Zuchtgläsern förderten, denn auf diese Weise fielen einerseits die kleineren und schwächeren Larven leicht den schon größeren und stärkeren Altersgenossen zum Opfer und andererseits wurden die früher zur Verpuppung gelangten Larven teils noch vor der Puppenhäutung, teils nach derselben von den noch nicht verpuppten Geschwistern angefressen.

f) Die Verpuppung.

Puppenhäutung.

Zur Verpuppung befestigt sich die Larve mit dem Hinterende mittels des Sekretes von im After liegenden Spinndrüsen (40) an einem Pflanzenteile oder einer sonstigen Unterlage, krümmt sich nach vorn und zieht den Kopf ein. Die Verwandlung erfolgt, indem die letzte Larvenhaut, die am Thorax rückenlängs aufreißt, nach dem Hinterende zu abgestreift und um dieses zusammengeschoben wird.

Dauer der Puppenruhe.

Die Dauer der Puppenruhe betrug 5—9, im Mittel 7,1 Tage. Für *Adalia bipunctata* gibt Schaufuß (40) eine Dauer von 6—9, Clausen (9) eine solche mittlere von 6,0 Tagen an. In den eigenen Freilandzuchten währte die Puppenruhe 7—12, im Mittel 8,3 Tage.

Ort der Verpuppung.

Die Puppen von *Coccinella septempunctata* sind meist auf den Blattoberseiten der krautigen Gewächse zu finden, nicht selten auch an auf dem Erdboden liegenden Holzteilen und Pflanzenresten, sowie an Zäunen, Mauern und Sträuchern, die sich in der Nähe der Fraßorte befinden. Die Puppen von *Adalia bipunctata* sind an denselben Stellen zu finden, nicht selten in großer Zahl an Baumstämmen und Einfriedigungen. In den weitaus meisten Fällen hängen sie mit dem Kopfende nach unten. In zusammengerollten Blättern von krautigen Gewächsen, Bäumen und Sträuchern konnten oft 4—7, gelegentlich auch mehr Puppen dieser Art gefunden werden, während die Puppen von *Coccinella septempunctata* selten vergesellschaftet auf einem Blatt angetroffen wurden. Reineck (32) berichtet folgendes: „Zur Verpuppung rotten sich *Adalia bipunctata* L. und *Coccinella* 10-*punctata* gern zusammen, suchen mit Vorliebe die

Blätter der Zweigspitzen auf, wo ich bisweilen 15—20 Puppen auf einem Blatt beieinander festgesponnen fand."

g) Die Imago.

Dauer bis zur ersten Nahrungsaufnahme.

Über den Zeitpunkt des Beginnes der ersten Nahrungsaufnahme nach dem Schlüpfen liegen Beobachtungen an 10 Jungkäfern von *Coccinella septempunctata* vor. Die Käfer wurden nach dem Schlüpfen getrennt aufbewahrt und gefüttert. Die Kontrolle erfolgte am Tage halbstündlich, nachts nur einmal in der Stunde. Von diesen 10 Käfern fraßen:

2	Käfer	nach	16—17,5	Stunden	nach	dem	Schlüpfen
3	„	„	18—21	„	„	„	„
1	„	„	22	„	„	„	„
4	„	„	25—29	„	„	„	„

Dauer bis zur Geschlechtsreife.

Da *Coccinella septempunctata* im Sommer 1928 nur eine Generation hatte, wurden die Imagines erst im Frühjahr geschlechtsreif. Im Freien konnte bei den im Juli geschlüpften Jungkäfern nur eine einzige Copula, und zwar 6 Tage nach dem Schlüpfen, festgestellt werden, nach welcher eine Eiablage nicht erfolgte.

Von *Adalia bipunctata* wurden im Sommer 1928 im ganzen 4 Jungkäfereiablagen, und zwar 11—23 Tage nach dem Schlüpfen, gewonnen. In den meisten Zuchten erfolgte jedoch keine Ablage und zur Ablage eines zweiten Geleges kam es nur in 3 der beobachteten 4 Fälle nach Ablauf von 2—8 Tagen.

Tod.

Da in den eigenen Zuchten die *Imagines* zwischen Juni und Anfang September abstarben, ist unter Berücksichtigung eines Schlüpftermins im Juli mit einer Lebensdauer von 11—14 Monaten zu rechnen.

h) Dauer der Gesamtentwicklung.

Die Gesamtentwicklung von *Coccinella septempunctata* währt also auf Grund der Beobachtungen im Freien 45—64, im Mittel 50,5 Tage. Bei *Adalia bipunctata* war eine etwas kürzere Dauer von 39 bis 53, im Mittel von 46,3 Tagen zu beobachten. Geringere Schwankungen in der Zeitdauer der Entwicklung waren in den kürzeren Abschnitten wie Eistadium und Puppenruhe festzustellen, während die Zeitspanne zwischen der kürzesten und letzten Larvenentwicklung sogar bei Individuen, die aus einem Gelege stammten, oft erheblich war (s. Gesamtentwicklungstabelle, Tabelle 2).

Die Temperaturen, unter welchen die Entwicklung im Freien stattfand, wurden mit einem Minimum- und Maximumthermometer, welches so auf-

Tabelle 2.

Coccinella septempunctata.

Eigelege Nr.	Datum der Ablage	Die Larven schlüpften am	Dauer des Eistadiums	Tag der Verpuppung	Dauer der Larvenstadien	Die Imagines schlüpften am	Dauer der Puppenruhe	Dauer der Gesamtentwicklung
I . .	16. 5. 28	30. 5. 28	14	14. 7. 28	45	19. 7. 28	5	64
		30. 5. 28	14	1.—2. 7. 28	32,5	10. 7. 28	8,5	55
II . .	18. 5. 28	30. 5. 28	12	2. 7. 28	33	10. 7. 28	8	53
		30. 5. 28	12	3. 7. 28	34	11. 7. 28	8	54
		30. 5. 28	12	6. 7. 28	37	12. 7. 28	6	55
		30. 5. 28	12	1.—2. 7. 28	32,5	9. 7. 28	7,5	52
III . .	18. 5. 28	30. 5. 28	12	3. 7. 28	34	11. 7. 28	8	54
		30. 5 28	12	4. 7. 28	35	12. 7. 28	8	55
		30. 5. 28	12	5. 7. 28	36	13. 7. 28	8	56
		30. 5. 28	12	5. 7. 28	36	12. 7. 28	7	55
		30. 5. 28	12	3. 7. 28	34	11. 7. 28	8	54
		30. 5 28	12	4. 7 28	35	12. 7. 28	8	55
		30. 5. 28	12	28. 6. 28	29	5. 7. 28	7	48
IV . .	19. 5. 28	30. 5. 28	11	3. 7. 28	34	11. 7. 28	8	53
V . .	23. 5. 28	1. 6. 28	9	3. 7. 28	32	11. 7. 28	8	49
VI . .	23. 5. 28	31. 5. 28	8	4. 7. 28	34	12. 7. 28	8	50
		31. 5. 28	8	4. 7. 28	34	12. 7. 28	8	50
		31. 5. 28	8	4. 7. 28	34	13. 7. 28	9	51
		31. 5. 28	8	4 7. 28	34	12 7. 28	8	50
		31. 5. 28	8	5. 7. 28	35	13. 7. 28	8	51
		31. 5. 28	8	6. 7. 28	36	14. 7. 28	8	52
VII . .	24. 5. 28	31. 5. 28	8	6. 7. 28	36	14. 7. 28	8	52
		31. 5. 28	8	6. 7. 28	36	14. 7. 28	8	52
		31. 5.—1. 6. 28	7,5	4. 7. 28	33,5	12. 7. 28	8	49
		31. 5.—1. 6. 28	7,5	5. 7. 28	34,5	12. 7. 28	7	49
		31. 5.—1. 6. 28	7,5	4. 7. 28	33,5	12. 7. 28	8	49
		31. 5.—1. 6. 28	7,5	5. 7. 28	34,5	13. 7. 28	8	50
VIII . .	27. 5. 28	1. 6.—2. 6. 28	5,5	3. 7. 28	31.5	11. 7. 28	8	45
		1. 6.—2. 6. 28	5,5	4. 7. 28	32,5	12. 7. 28	8	46
		1. 6.—2. 6. 28	5,5	5. 7. 28	33,5	12. 7. 28	7	46
IX . .	27. 5. 28	3. 6.—4. 6. 28	7.5	3. 7. 28	29,5	11. 7. 28	8	45
		3. 6.—4. 6 28	7,5	4. 7. 28	30,5	12. 7. 28	8	46
		3. 6.—4 6 28	7.5	5. 7. 28	31,5	12. 7. 28	7	46
		3. 6.—4. 6 28	7,5	5. 7 28	31,5	12. 7. 28	7	46
		3. 6.—4 6. 28	7,5	5. 7. 28	31,5	12 7. 28	7	46
		3. 6.—4 6. 28	7,5	5. 7. 28	31.5	12. 7. 28	7	46
		3. 6.—4. 6. 28	7.5	4. 7. 28	30,5	12. 7. 28	8	46
		3. 6.—4. 6. 28	7,5	6. 7. 28	32,5	13. 7. 28	7	47
		3. 6.—4. 6. 28	7.5	6. 7. 28	32,5	14. 7. 28	8	48
I—IX . .	Mittel		9,2		33,7		7,1	50,5

Tabelle 2 (Fortsetzung).

Adalia bipunctata.

Eigelege Nr.	Datum der Ablage	Die Larven schlüpften am	Dauer des Eistadiums	Tag der Verpuppung	Dauer der Larvenstadien	Die Imagines schlüpften am	Dauer der Puppenruhe	Dauer der Gesamtentwicklung
I . .	16. 5. 28	29. 5. 28	13	25. 6. 28	27	2. 7. 28	7	47
		29. 5. 28	13	26. 6. 28	28	3. 7. 28	7	48
II . .	18. 5. 28	29. 5. 28	11	—	—	—	—	—
III . .	21. 5. 28	30. 5. 28	9	29. 6. 28	30	9. 7. 28	10	49
		30. 5. 28	9	30. 6. 28	31	8. 7. 28	8	48
		30. 5. 28	9	1. 7. 28	32	9. 7. 28	8	49
		30. 5. 28	9	1. 7. 28	32	10. 7. 28	9	50
		30. 5. 28	9	2. 7. 28	33	10. 7. 28	8	50
		30. 5. 28	9	2. 7. 28	33	12. 7. 28	10	52
		30. 5. 28	9	30. 6. 28	31	8. 7. 28	8	48
		30. 5. 28	9	6. 7. 28	37	13. 7. 28	7	53
		30. 5. 28	9	28.–29. 6. 28	29,5	7. 7. 28	8,5	47
		30. 5. 28	9	28.–29. 6. 28	29,5	7. 7. 28	8,5	47
IV . .	22. 5. 28	30. 5. 28	8	24. 6. 28	25	2. 7. 28	8	41
		30. 5. 28	8	25. 6. 28	26	3. 7. 28	8	42
V . .	23. 5. 28	30. 5. 28	7	3. 7. 28	34	11. 7. 28	8	49
		30. 5. 28	7	3. 7. 28	34	11. 7. 28	8	49
VI . .	24. 5. 28	31. 5. 28	7	26. 6. 28	26	4. 7. 28	8	41
		31. 5. 28	7	25. 6. 28	25	4. 7. 28	9	41
		31. 5. 28	7	27. 6. 28	27	5. 7. 28	8	42
		31. 5. 28	7	25. 6. 28	25	2. 7. 28	7	39
		31. 5. 28	7	26. 6. 28	26	4. 7. 28	8	41
		31. 5. 28	7	1. 7. 28	31	11. 7. 28	10	48
VII . .	26. 5. 28	31. 5. 28	5	2. 7. 28	32	10. 7. 28	8	45
		31. 5. 28	5	2. 7. 28	32	10. 7. 28	8	45
		31. 5. 28	5	2. 7. 28	32	13. 7. 28	11	48
		31. 5. 28	5	5. 7. 28	35	12. 7. 28	7	47
		31. 5. 28	5	27. 6. 28	27	9. 7. 28	12	44
		31. 5. 28	5	6. 7. 28	36	13. 7. 28	7	48
VIII . .	27. 5. 28	1. 6. 28	5	3. 7. 28	32	11. 7. 28	8	45
IX . .	unbekannt	31. 5. 28	—	4. 7. 28	34	11. 7. 28	7	—
		31. 5. 28	—	4. 7. 28	34	11. 7. 28	7	—
I—XI . .	Mittel		7,8		30,5		8,3	46,3

gehängt war, daß es durch direkte Sonnenbestrahlung nicht beeinflußt wurde, täglich gemessen. Die Minima und Maxima der einzelnen Tage sind in der Temperaturtabelle enthalten (Tabelle 3). In derselben sind auch die Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit für jeden Tag eingetragen, die auf Grund dreimaliger Aufzeichnungen am Tage, und zwar morgens, mittags und abends, ermittelt wurden. Ließ das Hygrometer

Tabelle 3.

Tag	Temperatur in Celsiusgraden		Schwankungen in der relativen Luftfeuchtigkeit
	min.	max.	%
16. 5. 28	—	9,5	90—100
17. 5. 28	4,5	9,5	95—100
18. 5. 28	6,0	14,0	95—100
19. 5. 28	6,0	16,0	80
20. 5. 28	5,0	14,5	85
21. 5. 28	8,0	18.0	65—85
22. 5. 28	7,0	16,0	85
23. 5. 28	8,0	14,0	95—100
24. 5. 28	9,0	13,5	90
25. 5. 28	8,0	13,0	95—100
26. 5. 28	6,0	17,0	90
27. 5. 28	5,0	22,0	80
28. 5 28	9,0	25,0	60—70
29. 5. 28	14,0	28,0	35—90
30. 5. 28	12,0	29,0	50—90
31. 5. 28	10,5	23,5	75—90
1. 6. 28	7,0	19.0	75—85
2. 6. 28	7,5	24,0	40—55
3. 6. 28	10,0	25,0	65
4. 6. 28	11,0	29.0	73—85
5. 6. 28	8,0	16,0	70—95
6. 6. 28	12,5	25,0	70—93
7. 6. 28	14.0	23,0	95—100
8. 6 28	13,0	22,0	65—90
9. 6. 28	16.0	28,0	100
10. 6. 28	13,5	26,5	80—85
11. 6. 28	8,5	19,0	65—75
12. 6. 28	9,0	21,5	40—75
13 6. 28	19,0	30,0	35—55
14. 6. 28	10,0	26,0	70
15. 6. 28	8,0	17,0	65—95
16. 6. 28	5,5	14,0	100
17. 6. 28	8.0	11,5	95—100
18. 6. 28	10,0	17,0	80—100
19. 6 28	12,0	18,0	90—100
20. 6. 28	8,5	19,5	80—100
21. 6. 28	12,5	21,5	60—80
22. 6. 28	17,0	26,5	70—80
23 6. 28	13.5	24,5	50—90
24. 6. 28	9,5	22,5	50—80
25. 6. 28	14,0	28,0	45—70
26. 6. 28	12,5	24,5	85—100
27. 6 28	9,5	16.0	85—100
28. 6. 28	12,0	22,0	50—90
29. 6. 28	16.0	30,0	40—80
30. 6. 28	10,0	21,5	70—100
1. 7. 28	12,0	23,0	50—70
2. 7 28	14,0	30,0	40—60
3. 7. 28	13,0	30,0	50—100
4. 7. 28	12,0	19,5	65—90
5. 7. 28	16.0	29,0	45—70
6. 7. 28	14,0	21,5	90—100
7. 7. 28	7.5	19,5	50—90
8. 7. 28	10,0	24,0	55—80

Fortsetzung Tabelle 3.

Tag	Temperatur in Celsiusgraden		Schwankungen in der relativen Luftfeuchtigkeit %
	min.	max.	
9. 7. 28	16,0	25,0	70—100
10. 7. 28	14,0	26,0	60—90
11. 7. 28	15,0	30,0	50—85
12. 7. 28	17,0	32,5	45—95
13. 7. 28	18,0	31,0	55—95
14. 7. 28	16,0	34,0	30—70
15. 7. 28	18,0	34,5	40—90
16. 7. 28	16,5	29,5	80—90
17. 7. 28	13,5	27,0	50—95
18. 7. 28	16,5	27,0	55—95
19. 7. 28	12,0	23,0	70—95
20. 7. 28	14,0	23,0	75—90
21. 7. 28	14,5	25,5	75—95
22. 7. 28	15,5	28,0	75—95
23. 7. 28	17,5	26,0	80—100
24. 7. 28	18,5	26,0	70—95
25. 7. 28	18,5	23,0	90—100
26. 7. 28	16,0	28,0	65—100
27. 7. 28	21,5	34,0	45—90
28. 7. 28	14,0	25,0	80—100
29 7. 28	12,0	21,0	80—100
30. 7. 28	14,5	24,5	70—90
31. 7. 28	16,0	27,0	80—95
1. 8. 28	14,5	25,5	80—100
2. 8. 28	10,0	20,0	75—100
3. 8. 28	16,0	24,5	70—100
4. 8. 28	14,5	26,0	100
5. 8. 28	13,0	15,0	100
6. 8. 28	14,0	22,5	70—90
7. 8. 28	15,5	26,0	70—95
8. 8. 28	14,0	25,5	70—100
9. 8. 28	14,0	23,0	60—95
10. 8. 28	17,0	24,0	60—90
11. 8. 28	16,0	30,0	50—85
12. 8. 28	17,0	30,0	80—90
13. 8. 28	14,5	24,0	50—90
14. 8. 28	15,0	25,0	60—90
15. 8. 28	15,0	26,5	65—100
16. 8. 28	13,5	19,0	85—100
17. 8. 28	11,5	18,0	95—100
18. 8. 28	10,5	19,0	80—95
19. 8. 28	16,0	27,0	50—95
20. 8. 28	14,0	22,5	90—95
21. 8. 28	12,0	21,0	95—100
22. 8. 28	16,0	20,0	90—100
23. 8. 28	16,0	21,0	90—95
24. 8. 28	19,0	30,0	70—90
25. 8. 28	15,0	24,5	80—100
26. 8. 28	18,5	26,0	60—100
27. 8. 28	17,5	24,5	45—100
28 8 28	15,5	25,0	65—95
29. 8. 28	15,0	23,5	80—100
30. 8. 28	12,0	21,0	70—100
31. 8. 28	11,0	19,0	70—95

sehr geringe Luftfeuchtigkeit vermuten, so wurden zwischen 12^h und 16^h die Beobachtungen mehrmals vorgenommen, um nach Möglichkeit die jeweilige geringste relative Luftfeuchtigkeit zu ermitteln.

II. Die Entwicklung unter künstlich abgeänderten Bedingungen.

Die Beobachtungen im Freiland wiesen darauf hin, daß bei den Coccinelliden wie bei zahlreichen anderen daraufhin geprüften Insekten die Dauer der Entwicklung in erster Linie von der Temperatur abhängt. Für die Beurteilung der praktischen Bedeutung der Coccinelliden als Blattlausvertilger ist eine zahlenmäßige Erfassung dieser Einflüsse von größter Bedeutung, denn nur genaue Feststellung der Zusammenhänge zwischen Witterungsfaktoren und Entwicklungsgeschwindigkeit beim Schädling wie beim Nützling ermöglicht ein Urteil über die Bedeutung des Nützlings für die Gradation des Schädlings.

Folgende Temperaturstufen kamen zur Anwendung:

1. Temperaturen zwischen 10° und 20° C:
   11—13° C
   12—14° C
   13—17° C
   17—18° C.
2. Temperaturen zwischen 20° und 30° C:
   20° konst.
   22—23° C
   25° und 27,5° konst.
3. Temperaturen zwischen 30° und 35° C:
   30° konst.
   32—33°
   35° C.
4. Zimmertemperatur.

Von diesen Temperaturen waren 20°, 25°, 27,5° und 30° C nahezu konstant, die Abweichungen nach oben und unten betrugen nur ein bis zwei Zehntelgrade.

Außer den vorerwähnten Temperaturstufen kamen zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Entwicklungsstadien gegen tiefe Temperaturen einige Kältegrade zwischen Null und minus 15° C zur Anwendung.

Es war leider nicht möglich, alle vorgenannten Temperaturstufen, in welchen die Eientwicklung geprüft wurde, auch für die Larvenentwicklung und Puppenruhe anzuwenden, weil unter 20° C mit einer erheblichen Verzögerung der Gesamtentwicklung gerechnet werden mußte und für eine so lange Zeitdauer die angegebenen Temperaturen in den Thermostaten und den Kältezellen der Kühlanlage aus praktischen Gründen nicht zur Verfügung standen. — Es wurden die gleichen Zuchtgefäße ver-

wendet wie bei den Beobachtungen im Freilande. Die Kontrolle erfolgte je nach der Schnelligkeit der Entwicklung drei- bis fünfmal am Tage.

a) 1. Einflüsse der Temperatur und Feuchtigkeit auf die Eientwicklung.

Die nachstehende Tabelle (Tab. 4) und die Abbildung 1 zeigen das Ergebnis der Prüfung der Eientwicklung in 11 Temperaturstufen. In der Tabelle sind, soweit *Adalia bipunctata* Berücksichtigung fand, die für diese Art gefundenen Entwicklungszeiten in Klammern eingetragen.

Tabelle 4.

Eientwicklung von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata*

Temperatur °C	Die Eier schlüpften nach Tagen	Relative Luftfeuchtigkeit %
11—13	18—24	70—85
12—14	14	75—90
13—17	12	70—90
17—18	8—9	70—90
20	5	75—95
22—23	$3^1/_2$—4 ($3^3/_4$—4)	70—95
25	3—$3^1/_2$ (3—$3^1/_2$)	30—70
27,5	$2^1/_2$—3 ($2^1/_2$—3)	50—60
30	2—$2^1/_2$ (2—$2^1/_4$)	30—40
32—33	2	40—50
35	1,8—3	35—45

Aus der Tabelle geht hervor, daß die relative Luftfeuchtigkeit bei den verschiedenen Temperaturstufen verschieden war. Es ließ sich also von vornherein keine glatte Entwicklungskurve erwarten. Die Kurve zeigt denn auch zwar im großen ganzen die Gestalt von Janischs Kettenlinie (22), es konnte jedoch ein Wiederansteigen der Kurve bei überoptimalen Temperaturen nicht festgestellt werden. Das liegt jedoch sicher nicht an der schwankenden Luftfeuchtigkeit, sondern daran, daß konstante überoptimale Temperaturen nicht zur Verfügung standen. Wohl aber prägt sich die Schwankung der Luftfeuchtigkeit in verschiedenen, den Fluß der Kurve unterbrechenden, Knickungen aus. Eine solche Knickstelle liegt bei 22,5° C. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß an derselben Stelle der Temperaturreihe die Luftfeuchtigkeit abfiel und zwischen normalen und unternormalen Werten schwankte. Eine ganz entsprechende Erscheinung

ist bei 30° C zu verzeichnen. Auch hier bewirkt eine unteroptimale Luftfeuchtigkeit trotz optimaler Temperaturbedingungen eine relative Verzögerung der Entwicklung. Der vermutliche Verlauf der Kurve bei gleichbleibender Feuchtigkeit ist in der Abb. 1 als unterbrochene Linie eingezeichnet.

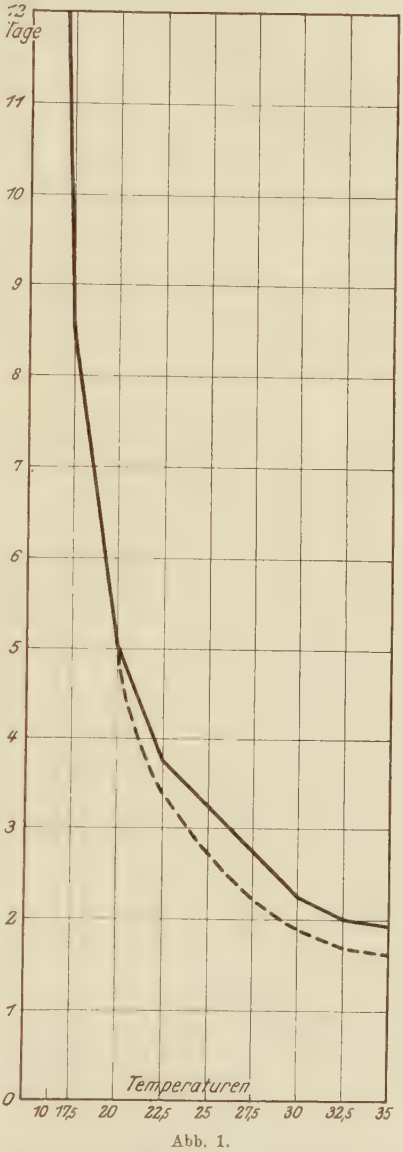


Abb. 1.
Die Beziehungen zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer der Eier von *Coccinella septempunctata*. (Auf der Abszisse sind die Temperaturen, auf der Ordinate die Tage abgetragen. Feuchtigkeit nicht konstant.)

Die Eientwicklung währte in Zimmertemperatur bei beiden Arten 3,5 bis 6 Tage.

Außer den vorerwähnten Versuchen wurden noch folgende Beobachtungen gemacht:

1. In einer Temperatur von 45° C wurden Eier von *Coccinella septempunctata* abgetötet.

2. In 11—13° C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit schlüpften Eier von *Adalia bipunctata* nach 15 Tagen zu nur 16,67%. Eier von *Coccinella septempunctata* verfärbten sich zwar am 16. und 17. Tage, es kam aber nicht zum Auskriechen der Larven. Diese Eier zeigten noch stärkeres Verpilzen als die von *Adalia bipunctata*. Eine Wiederholung des Versuches mit Eiern von *Coccinella septempunctata* zeigte wiederum eine Verfärbung nach 16 Tagen, aber ebenfalls kein Schlüpfen infolge zu starken Verpilzens.

Die Verzögerung des Schlüpfens durch so niedrige Temperaturen stimmt mit dem Verlauf der Kurve überein. Das Verpilzen ist eine Nebenerscheinung, die auf die hohe Luftfeuchtigkeit zurückzuführen ist.

3. Bei einer Temperatur von 9—14° C, die an den meisten Tagen jedoch nicht über 13° C lag, wurden bei 60—75% relativer Luftfeuchtigkeit Eier 11 Tage bebrütet. Am 12. und 13. Tage betrug die maximale Temperatur für je eine Stunde 15° C. Die Eier begannen sich am 13. Tage zu verfärben, die Verfärbung

nahm am 14. Tage mit einem $1^1/_2$ stündigen Maximum von 20° sehr schnell zu und am 15. Tage schlüpften die Eier bei 9—13° C. Es genügte also eine verhältnismäßig geringe Temperaturerhöhung, um das Ende der Eientwicklung herbeizuführen.

4. In 7—10° C bei 95—100% relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahrte Eier zeigten nach 26 Tagen noch keine Entwicklung. Das Aussehen der Eier ist nach diesen Tagen noch normal. Pilzmyzel ist zu erkennen. Die Eier werden dann für je 24 Stunden in 15° und 17—18° C gebracht. Eine Verfärbung ist nach dieser Zeit nicht wahrzunehmen, dagegen beginnende Schrumpfung und Zunahme des Verpilzens. Eine Übertragung in 35° C für weitere 24 Stunden bewirkt weitere Schrumpfungen und Absterben zu 90%. Aus den übrigen Eiern schlüpfen keine Larven.

Diese Beobachtungen sind insofern wertvoll, als sie die Einwirkung von kühlem und feuchtem Wetter auf die Gelege zeigen.

In 3 weiteren Versuchen in höheren Wärmegraden wurde die hohe relative Luftfeuchtigkeit dadurch erreicht, daß Petrischalen, in welchen die Eier an den Deckeln oder der Seitenwandung abgelegt waren, so weit mit Wasser gefüllt wurden, daß die Eier nicht benetzt wurden. Eigelege an Korkstopfen von Zuchtröhrchen wurden mit denselben in mit Wasser gefüllte Petrischalen gelegt und in die Thermostaten gestellt.

5. Bei 22—23° schlüpften bei dauernder Einwirkung dieser Feuchtigkeit die Eier überhaupt nicht und verpilzten sehr stark. Wurde die Feuchtigkeit am 3. oder 4. Tage beseitigt, so schlüpften die Eier noch zu 25%.

6. In 25° C wurde die gleiche Feststellung gemacht. Die Eier schlüpften ebenfalls nicht, wenn die Feuchtigkeit erhalten blieb. Wirkte sie nur 3 Tage ein und wurde dann beseitigt, so schlüpften trotz starker Verpilzung noch 12%.

7. In 32—33° C zeigten die Eier zwar zu 77% Entwicklung, es kam aber nicht zum Auskriechen.

Die Einwirkung von Kältegraden.

Die Ergebnisse aus den Temperaturstufen unter Null bis minus 10° C sind in der nachstehenden Tabelle (Tab. 5) zusammengefaßt. In derselben bedeuten die Zeichen:

+, daß nach einer nachfolgenden Bebrütung im Freien, in Zimmertemperatur oder im Thermostaten die Eier sich normal weiterentwickelten und Larven ergaben,

—, daß die Eier durch die Einwirkung der Kältegrade abgetötet wurden.

Diese ungewöhnliche Empfindlichkeit der abgelegten Eier tiefen Temperaturen gegenüber erklärt sich daraus, daß die Käfer im Imaginalstadium überwintern, und daß daher die Eier normalerweise niemals tiefen Temperaturen ausgesetzt sind.

Tabelle 5.

Temperatur °C	Einwirkungsdauer Stunden	Käferart	Ergebnis
— 0,5	1	Coccinella septempunctata .	+
— 0,5	1	Adalia bipunctata	+
— 1,0	$2^1/_2$	Coccinella septempunctata .	+
— 1,75	0,16	Adalia bipunctata	+
— 6,0	$1^1/_2$	Coccinella septempunctata .	+
— 6,0	$1^1/_2$	Adalia bipunctata	+
— 5 bis — 6	15	Coccinella septempunctata .	—
— 5 bis — 6	15	Adalia bipunctata	
— 10,0	1	Coccinella septempunctata .	—
— 10,0	1	Adalia bipunctata	—

Über die Einwirkung von Sonnenstrahlen.

Im Freien wurde verschiedentlich beobachtet, daß Eigelege von *Adalia bipunctata*, die sich auf Blattoberseiten befanden, sich nicht entwickelten, sondern zusammenschrumpften und abstarben. Es wurden deshalb in Petrischalen und an Korkstopfen der Zuchtröhrchen von befruchteten Weibchen abgelegte Eier, sowie mit Blättern eingesammelte Gelege, soweit es nötig war, auf einer Unterlage befestigt, der Einwirkung der Sonne ausgesetzt. Bei dauernder Bestrahlung von morgens bis abends schrumpften die Eier nach 2 Tagen ein und starben ab. Bei einer Bestrahlungsdauer von nur 2—4 Stunden am Tage zeigten die Eier nur geringe Schrumpfungen, schlüpften je nach der Außentemperatur nach 4—6 Tagen, jedoch war der Prozentsatz der geschlüpften Eier nur sehr gering (35 %).

Daten über nicht geschlüpfte Eier in den verschiedenen Temperaturstufen.

Die Prozentsätze der nicht geschlüpften Eier waren in den 11 Temperaturstufen verschieden hoch. Am geringsten war der Prozentsatz in den niedrigsten und den höchsten Wärmegraden mit nur 20—27 %, während alle anderen Temperaturen mit 65—89,7 % ein günstiges Schlüpfergebnis hatten. Die nachstehenden Tabellen (Tab. 6a und 6b) zeigen die Schlüpfergebnisse in den verschiedenen Wärmegraden für *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata*.

Erwähnt sei, daß bei der Ermittlung des Prozentsatzes geschlüpfter Eier in 32—33° C das Schlüpfergebnis von 50 Eiern zweier Jungkäfer nicht berücksichtigt wurde, weil weitere Eigelege dieser Käfer im Freilande und in Zimmertemperatur stets schlecht schlüpften. In 32—33 °C

Tabelle 6a.

Coccinella septempunctata.

Temperatur °C	Eizahl	Geschlüpfte Eier	Nicht geschlüpfte Eier	Geschlüpfte Eier %
11—13	129	35	94	27,13
12—14	20	5	15	25,00
13—17	81	72	9	88,89
17—13	43	37	6	86,05
20	165	148	17	89,70
22—23	90	63	27	70,00
25,0	64	54	10	84,38
27,5	79	69	10	87,34
30,0	51	39	12	76,47
32—33	95	62	33	65,26
35,0	88	18	70	20,45

Tabelle 6b.

Adalia bipunctata.

Temperatur °C	Eizahl	Geschlüpfte Eier	Nicht geschlüpfte Eier	Geschlüpfte Eier %
22—23	56	46	10	82,14
25,0	15	13	2	86,67
27,5	88	74	14	84,09
30,0	18	18	—	100,00

schlüpften die Eier dieser Weibchen nur zu 10 %, wie es die nachstehende Zusammenstellung zeigt. Unter Berücksichtigung derselben sinkt der Prozentsatz der in 32—33 ° C geschlüpften Eier auf 46,21.

Tabelle 7.

Coccinella septempunctata.

Eizahl	Geschlüpfte Eier	Geschlüpfte Eier %
6	—	—
36	5	13,89
8	—	—
50	5	10,00

Insgesamt wurde in den Versuchen von 1927 und 1928 im Freiland, in Zimmertemperatur und in den verschiedenen Temperaturstufen, die zur Anwendung kamen, das Schlüpfergebnis von 2000 Eiern festgestellt. Von diesen 2000 Eiern entfielen 1382 auf *Coccinella septempunctata* und 618

Eier auf *Adalia bipunctata*. Für erstere Art wurde ein Prozentsatz geschlüpfter Eier von 64,47 %, für *Adalia bipunctata* ein solcher von 76,05 % ermittelt.

a) 2. Einflüsse der Temperatur und Feuchtigkeit auf die Larvenentwicklung.

Die Dauer der Larvenentwicklung wurde in folgenden Temperaturstufen geprüft:

20 ° C konst.,
22—23 ° C,
25 ° C konst.,
32—33 ° C,

und in Zimmertemperatur. In der letzteren schwankte die Entwicklungsdauer in weiten Grenzen. Sie betrug bei *Coccinella septempunctata* 12 bis 30 Tage, bei *Adalia bipunctata* 12—25 Tage. Unter den in der Temperaturtabelle (Tab. 8) vom 18. 7. 28 bis 25. 8. 28 angegebenen Temperaturen dauerte die Larvenentwicklung von *Coccinella septempunctata* 12 — 19 Tage, und es ergab sich für die einzelnen Abschnitte folgende Aufteilung:

Tabelle 8.

Datum	° Réaumur		Datum	° Réaumur	
	max.	min.		max.	min.
18. 7. 28	18,0	17,5	10. 8. 28	16,5	16,0
19. 7. 28	17,5	17,0	11. 8. 28	17,0	17,0
20. 7. 28	17,0	16,5	12. 8. 28	18,0	17,0
21. 7. 28	17,0	16,0	13. 8. 28	17,5	16,5
22. 7. 28	17,0	16,0	14. 8. 28	17,5	17,0
23. 7. 28	18,0	17,0	15. 8. 28	18,0	17.0
24. 7. 28	18,5	17,5	16. 8. 28	18,0	16,0
25. 7. 28	18,0	17,5	17. 8. 29	16,0	15,5
26. 7. 28	18,5	18,0	18. 8. 28	16,0	15,0
27. 7 28	22,0	19,5	19. 8. 28	16,0	15,0
28. 7. 28	19,5	18,0	20. 8. 28	16,0	15,5
29. 7. 28	18,0	17,0	21. 8. 28	15,5	14,5
30. 7. 28	18,0	17,0	22. 8. 28	15,5	15,0
31. 7. 28	18,5	17.5	23. 8. 28	15,5	15,0
			24. 8. 28	17,0	16,0
1. 8. 28	18,5	16.5	25. 8. 28	17,0	16,5
2. 8. 28	16,5	15,0	26. 8. 28	17,0	17,0
3. 8. 28	17,0	16,0	27. 8 28	17,5	17,0
4. 8. 28	17,0	14,0	28. 8. 28	17,0	17,0
5. 8. 28	16,0	14,5	29. 8. 28	17,0	16,0
6. 8. 28	16,0	15,5	30. 8. 28	16,5	16,0
7. 8. 28	16,0	15,0	31. 8. 28	16,0	15,0
8. 8. 28	16,5	16,0			
9. 8. 28	16,2	15,8	1. 9. 28	15,5	15,0

Larvenstadium	I	2—4 Tage
„	II	2—3 „
„	III	2—3 „
„	IV	5—9 „

Geringere Schwankungen in der Zeitdauer der Entwicklung ergaben die übrigen Temperaturstufen, wie aus der nachstehenden Tabelle (Tab. 9) für *Coccinella septempunctata* hervorgeht. Die eingeklammerten Zahlen geben jeweils die Entwicklungsdauer für *Adalia bipunctata* an.

Tabelle 9.

Temperatur ° C	Dauer der Larvenentwicklung Tage
20	19—22
22—23	16—20 (13—16)
25	10—11 (12)
32—33	7—9
Zimmertemperatur	11—30 (12—25)

In 11—13° C und 100 % relativer Luftfeuchtigkeit geschlüpfte Larven von *Adalia bipunctata* entwickelten sich nicht weiter, sondern starben nach wenigen Tagen ab. Eine Wiederholung dieses Versuches mit Larven von *Coccinella septempunctata*, die im Freilande geschlüpft waren und in diese Temperaturstufe verbracht wurden, verlief ebenfalls negativ, denn auch diese Larven waren nach wenigen Tagen tot.

Einwirkung von Kältegraden auf Larven.

Zur Feststellung der Widerstandsfähigkeit der Larven gegen Kältegrade wurden folgende Versuche mit Junglarven von *Coccinella septempunctata* kurz nach dem Schlüpfen angestellt:

I. Versuch. Temperatur: minus 3—5° C, d. h. die Temperatur betrug beim Einbringen der Larven in den Tiefkühlschrank —3° C und beim Herausnehmen —5° C. Die Einwirkungsdauer war $1^1/_2$ Stunden. Nach dem Herausnehmen zeigten die Larven keine Bewegungen. Sie blieben 30 Minuten in + 7° C. In dieser Temperatur traten die ersten Bewegungen nach ungefähr 15 Minuten auf, nach 30 Minuten bewegten sich alle Larven und einige begannen sogar trotz der verhältnismäßig niedrigen Temperatur die Eihäute zu verlassen. Nach halbstündigem Aufenthalt in + 7° C kamen die Larven ohne weiteren langsamen Temperaturanstieg in 35° C, worin sie 14 Stunden aufbewahrt wurden. Eine Schädigung wurde weder durch die niedrige Temperatur von 3—5° C unter Null noch durch den schnellen Temperaturwechsel hervorgerufen.

II. Versuch. Temperatur: minus 4—5° C, Einwirkungsdauer 2 Stunden. Nach dem Herausnehmen aus dem Tiefkühlschrank wurden

die Larven nur 5 Minuten in + 7 °C aufbewahrt und kamen sofort in 35 °C für die Dauer von 14 Stunden. Nach 10 Minuten wurden die ersten Bewegungen wahrgenommen. Nach Ablauf der 14 Stunden wurden nur 12,8 % der Larven tot gefunden. Alle anderen zeigten muntere Bewegungen und begannen sofort nach der Fütterung mit der Nahrungsaufnahme.

III. Versuch. Temperatur: minus 4 ° C, Einwirkungsdauer $5^1/_2$ Stunden. Nach der Kälteeinwirkung wurden die Junglarven je eine Stunde in + 7 °, + 15 ° und + 22—23 °C gehalten und kamen dann für eine Stunde in 35 °C. In 7 °C wurden die ersten Bewegungen nach ungefähr 35 Minuten beobachtet. Auch die längere Einwirkung der Kälte rief keine Schädigung hervor.

IV. Versuch. Temperatur −8 bis 15 °C, d. h. die Temperatur betrug beim Einbringen der Larven −9 °C, war nach einer halben Stunde auf −15 °C gefallen und betrug nach Ablauf einer Stunde −8 °C. Einwirkungsdauer 1 Stunde. Nach dem Herausnehmen wurden die Larven zwei Stunden in 7 °C Wärme gehalten und kamen dann in 22—23 °C. Die ersten, allerdings nur sehr schwachen Bewegungen konnten nach Ablauf einer Stunde in +7 °C beobachtet werden. Nach sechsstündigem Aufenthalt in 22—23 °C wurden 42,82 % der Larven tot gefunden. Alle anderen zeigten muntere Bewegungen und entwickelten sich, wie die Junglarven aus den Versuchen I bis III im Freiland oder im Thermostaten, normal weiter.

Die Sterblichkeit war also in den angewandten Kältegraden verhältnismäßig gering und sie trat nur dann auf, wenn sehr tiefe Temperaturen, wie −15 °C zur Anwendung kamen und −5 °C mehrere Stunden einwirkten. Im übrigen erholten sich die der Kälteeinwirkung ausgesetzten Junglarven sehr schnell und gewannen bei langsamer wie schneller Temperatursteigerung schon in verhältnismäßig geringen Wärmegraden ihre Bewegungsfähigkeit zurück. Da die Larven nur im Sommer vorkommen, sind sie also als sehr widerstandsfähig gegen Kälte zu bezeichnen und werden selbst von Nachtfrösten vermutlich nicht geschädigt.

b) 1. Einfluß der Temperatur auf die Puppenruhe.

Die Dauer der Puppenruhe wurde in 6 verschiedenen Wärmegraden zwischen 17 ° und 35 °C und in Zimmertemperatur geprüft. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigt die nachstehende Tabelle (Tab. 10), in welcher für *Adalia bipunctata*, soweit diese Art Berücksichtigung fand, die gefundenen Zahlenwerte in Klammern angeführt sind. Unter den in der Temperaturtabelle (Tab. 8) für die Zeit vom 30. VII. bis 1. IX. 1928 angegebenen Wärmegraden währte die Puppenruhe bei *Coccinella septempunctata* nur 5—8 Tage.

Tabelle 10.

Temperatur °C	Dauer der Puppenruhe Tage	Relative Luftfeuchtigkeit %
35	2—2½	35—45
32—33	2½—3	40—50
25	4—5 (4)	30—70
22—23	4—6 (5)	70—95
20	6	75—95
17—18	10—11	70—95
Zimmertemperatur	8—12 (7,5—9)	

Die aus diesen Werten sich ergebende Kurve (Abb. 2, S. 110) entspricht der aus der Eientwicklung konstruierten ziemlich genau, verschieden ist nur der absolute Wert der Temperatureinwirkung, nicht aber das zugrunde liegende Gesetz.

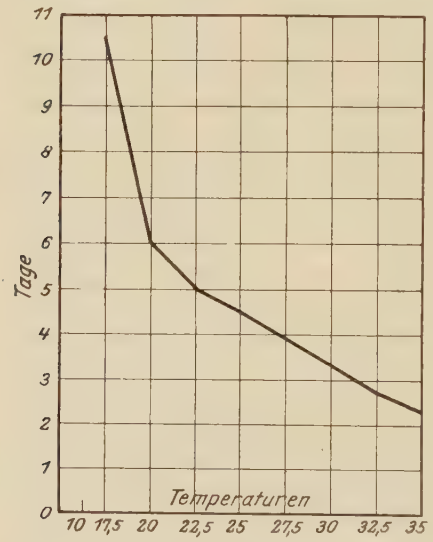


Abb. 2.
Die Beziehungen zwischen Temperatur und Dauer der Puppenruhe von *Coccinella septempunctata*. (Auf der Abszisse sind die Temperaturen, auf der Ordinate die Tage abgetragen. Feuchtigkeit nicht konstant.)

Einwirkung von Kältegraden auf Puppen.

Diese Versuche wurden nur mit Puppen von *Adalia bipunctata* durchgeführt, weil ausreichendes Puppenmaterial von *Coccinella septempunctata* nicht gewonnen werden konnte. Um der Möglichkeit der Verwendung von totem Puppenmaterial vorzubeugen, wurden die im Freien eingesammelten Exemplare mittels Pinselhaare am Hinterende gereizt, worauf die Puppen durch wiederholtes Aufrichten reagieren. Es war jedoch durch diese Art der Prüfung nicht festzustellen, ob die Puppen parasitiert waren oder nicht, denn wenige Tage nach der Kälteeinwirkung verließen Maden von *Phalacrotophora fasciata* Fall ihre Wirte und verpuppten sich. In keinem Falle wurde das Abtöten der Parasiten durch die Kältegrade bewirkt.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind die zur Anwendung gelangten Kältegrade sowie ihre Einwirkungszeiten aufgeführt und die Ergebnisse dieser Versuche durch die Zeichen — und + gekennzeichnet, je nachdem eine Schädigung auftrat oder nicht (Tab. 11).

Tabelle 11.

Temperaturen unter Null ° C	Einwirkungsdauer Stunden	Ergebnis
1,5	$6^1/_2$	+
2—3	$6^1/_2$	+
10	1	+
10	10	—

b) 2. Einfluß der Temperatur auf die Dauer der Gesamtentwicklung von *Coccinella septempunctata*.

Die Entwicklungszeiten der einzelnen Lebensabschnitte erfahren also durch die erhöhten Temperaturen eine sehr bedeutende Abkürzung. Während allein für das kürzeste Stadium, die Eiruhe, im Freilande eine Zeitdauer von 5,5—14 Tagen erforderlich war und unter den gleichen Bedingungen für die Dauer des IV. Larvenstadiums im Mittel 16 Tage verbraucht wurden, wird in 32—33° C die Gesamtentwicklung in nur 12—14 Tagen durchlaufen.

Die Gesamtentwicklungsdauer von *Coccinella septempunctata* sowie die Dauer der einzelnen Lebensabschnitte dieser Art im Freiland und in den verschiedenen Temperaturstufen gehen aus der nachstehenden Zusammenstellung (Tab. 12) hervor. Die vergleichende Betrachtung dieser Tabelle und der Entwicklungstabelle von Ogloblin (Tab. 13) läßt geringe Abweichungen der Zahlenwerte erkennen. Dieselben haben offenbar ihren Grund darin, daß in den eigenen Versuchen die Temperaturen meist konstant waren, die Schwankungen wenigstens 1° C nicht überschritten, während in den Untersuchungen von Ogloblin (31) Schwankungen von 5° C vorkamen, wodurch je nach Annäherung an die angegebenen Grenzwerte die Verkürzungen bezw. Verzögerungen der Entwicklungszeiten bedingt wurden.

Tabelle 12.

Temperatur ° C	Zeitdauer der			
	Eiruhe	Larvenstadien	Puppenruhe	Gesamtentwicklung
32—33	2	7— 9	$2^1/_2$—3	12—14
25	3—$3^1/_2$	10—11	4—5	20—21
22—23	$3^1/_2$—4	16—20	4—6	25—29
20	5	19—22	6	30—33
Zimmertemperatur	$3^1/_2$—6	12—30	10—11	24—44
Freiland	$5^1/_2$—14	29—45	5—9	45—64

Tabelle 13.

Die Entwicklung des Siebenpunktes in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur (nach Oglobl in).

Dauer der Entwicklung				°C							
Eier	Larven	Puppen	Gesamtzyklus	Mittlere Temperatur bei der Eientwicklung	Äußerste Temperaturen bei der Eientwicklung	Mittlere Temperatur bei der Larvenentwicklung	Äußerste Temperaturen bei der Larvenentwicklung	Mittlere Temperatur bei der Puppenruhe	Äußerste Temperaturen bei der Entwicklung der Puppen	Mittlere Temperatur bei der Gesamtentwicklung	Äußerste Temperaturen bei der Gesamtentwicklung
3	10	2	15	25,25	26,2—24,3	27,1	29,3—23,1	27,2	29,3—27,5	26,75	29,3—23,1
5	12	5	22	20,6	21,8—20,0	22,85	24,3—20,6	24.2	25,0—22,5	22,7	25,0—20,0
7	19	7	33	18,1	19,3—17,5	20,6	22,5—20,0	22,6	23,2 - 21,2	20,6	23,2—17,5
8	29	10	47	16,2	18,1—15,0	19,5	21,2—16,2	17,5	16.2—18,7	18,9	21,2—15,0

b) 3. Der Einfluß von Wärme auf die Kopulation und die Eiablage.

Bei Jungkäfern von *Coccinella septempunctata* wurde im Freien nur eine einzige Copula beobachtet, die 7 Tage nach dem Schlüpfen stattfand. In Zimmertemperatur konnten im ganzen 4 Kopulationen festgestellt werden, welche 8—17 Tage nach dem Schlüpfen erfolgten, also nicht früher als die unter Freilandbedingungen beobachtete Begattung.

Eiablagen von Jungkäfern von *Coccinella septempunctata* fanden im Freilande nicht statt. In Laboratoriumszuchten begannen sie 4—8 Tage nach der Copula. Bei *Adalia bipunctata* erfolgten die ersten Ablagen in den Freilandzuchten 11—22 Tage und im Laboratorium 20—31 Tage nach dem Schlüpfen, in der wärmeren und gleichmäßigeren Temperatur also noch später. Dagegen lag bei den überwinterten Käfern der Beginn der Eiablage bei Aufbewahrung derselben in Zimmertemperatur früher als bei denen, die im Freilande gehalten wurden, denn von den letzteren wurden die ersten Eigelege erst in der Zeit vom 21.—28. Mai gewonnen, während die im Laboratorium gehaltenen Exemplare schon am 13. Mai Eier ablegten. Der Beginn der Eiablage von *Adalia bipunctata* lag in Zimmertemperatur noch früher und zwar am 4. Mai, nachdem dieser ersten Ablage dieses Käfers schon eine Ablage von unbefruchteten Eiern am 29. April voraufgegangen war.

Im August 1928 geschlüpfte Weibchen von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* wurden nicht zur Überwinterung in Gefäße mit Laub gebracht, sondern im Laboratorium bis zum Frühjahr 1929 durchgefüttert. Bei beiden Arten erfolgte die erste Eiablage in der ersten Hälfte des März 1929.

Während den ersten Ablagen im Laboratorium an den nachfolgenden Tagen weitere Ablagen folgten, fand dies in dem gleichen Maße im Freien nicht statt. Es konnte vielmehr beobachtet werden, daß die Ablage an kälteren Tagen unterblieb und an wärmeren wieder einsetzte, und dies fand nicht nur kurz nach dem Beginn der Eiablage statt, sondern auch noch später. Aus der vergleichenden Betrachtung der Temperatur- und Eiablagetabelle (Tab. 3 und 15) geht diese Tatsache hervor.

Daß niedrige Temperaturen die Eiablage hemmen, dieselbe andererseits durch Wärme gefördert wird, zeigt folgender mit 4 Weibchen von *Coccinella septempunctata* angestellter Versuch. Je 2 Weibchen wurden abwechselnd für die Dauer von 24 Stunden in einer Temperatur von 25° C und einer solchen von 9—13° C bzw. Zimmertemperatur und 5—9° C gehalten. Wenn auch wegen der im Verlaufe der Versuche auftretenden Temperaturschwankungen die Zeitdauer derselben beschränkt bleiben mußte und sie nicht, wie es vorgesehen war, mit einer größeren Anzahl von Käfern durchgeführt werden konnten, so geht aus ihnen dennoch hervor, daß die Eiablage nach dem Einbringen in die höhere Temperatur stets statthatte und sie in den niedrigen Wärmegraden entweder ganz unterblieb oder zahlenmäßig nur sehr gering war. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen die nachstehenden Tabellen (Tab. 14a und 14b).

Tabelle 14a.

Temperatur	Eizahl	
° C	Nr. I	Nr. II
Zimmertemperatur	18	39
10—12	—	7
25	7	17
9,5—13	—	—
25	13	9
9,5—13	—	—
25	29	31
9,5—14	3	5
25	17	18
9,5—13	—	—
25	9	27
9,5—13	—	—
25	7	13
9,5—13[1])	—	—
25	32	9
9,5—14[2])	6	3
25	28	21
9—13	—	—
25	45	35

[1]) Vorübergehendes Maximum von 15° C für 1 Stunde.

[2]) Vorübergehendes Maximum von 20° C für $1^1/_2$ Stunden.

Tabelle 14b.

Temperatur °C	Eizahl	
	Nr. I	Nr. II
Zimmertemperatur	17	27
5–9	—	—
Zimmertemperatur	9	16
5—9	—	—
Zimmertemperatur	13	21
5—9	—	—
Zimmertemperatur	39	19

Im Juni und in der ersten Hälfte des Juli konnten bei den im Laboratorium gehaltenen Weibchen Pausen von 10—21 Tagen in der Eiablage festgestellt werden, eine Erscheinung, die im Freien nicht auftrat (Tab. 15).

Abgesehen von einem Weibchen, dessen Eizahl außergewöhnlich gering war (Tab. 15, Käfer Nr. VII), war die Gesamtzahl der in Zimmertemperatur abgelegten Eier größer als bei der Haltung der Weibchen im Freien. Sie betrug im Freiland im Mittel 510 gegenüber 700 Eiern im Laboratorium.

Die Eizahl der einzelnen Gelege war im Freien meist kleiner als in Zimmertemperatur und die Spanne zwischen der höchsten und der geringsten Eizahl eines Geleges war im Freien geringer als im Laboratorium. Sie schwankte zwischen 1 und 51 bezw. 1 und 79 Eiern. In einem Falle wurde sogar im Sommer 1927 ein Gelege von 90 Eiern gewonnen.

Während im Freien an einem Tage höchstens eine Ablage stattfand, war eine zweite in Zimmertemperatur durchaus keine Seltenheit.

Die Zeitdauer, über welche sich die Eiablage erstreckte, war im Laboratorium ausgedehnter als im Freilande, denn sie betrug im Mittel 80,5 bezw. 56,6 Tage.

Die je Tag errechnete Eizahl war mit 8,8 Eiern im Freiland gegenüber 6,8 Eiern in Zimmertemperatur größer. Es brachte also die verlängerte Dauer der Ablage wohl eine höhere Gesamteizahl, welche aber der längeren Dauer der Eiablage nicht proportional war.

Ebenfalls war der Prozentsatz der Tage, an welchen Eiablagen stattfanden, im Freien höher. Er schwankte zwischen 64,8 und 71,4% und betrug im Mittel 68,2% gegenüber nur 39% in Zimmertemperatur.

Auch waren die Pausen, die zwischen der Ablage der einzelnen Gelege stattfanden, im Freien kleiner als im Laboratorium.

Es ergaben sich demnach bei der Haltung im Freilande und einer solchen in Zimmertemperatur nachfolgende wesentlichen Unterschiede:

Tabelle 15.

Datum (1928)	Eizahl							Datum (1928)	Eizahl						
	Freiland			Zimmertemperatur					Freiland			Zimmertemperatur			
	I	II	III	IV	V	VI	VII		I	II	III	IV	V	VI	VII
13. 5.	—	—	—	33	—	—	—	3. 7.	42	18	11	8	—	2	—
14. 5.	—	—	—	—	—	—	—	4. 7.	tot	32	—	—	—	14	—
15. 5.	—	—	—	11	—	—	—	5. 7.	—	—	12	—	—	—	—
16. 5.	—	—	—	18	—	—	—	6. 7.	—	3	3	—	—	15	—
17. 5.	—	—	—	—	—	—	—							4	
18. 5.	—	—	—	25	21	—	—	7. 7.	—	—	—	—	—	—	—
19. 5.	—	—	—	6	12	—	—	8. 7.	—	—	15	23	—	12	—
					8			9. 7.	—	—	4	—	—	—	—
20. 5.	—	—	—	2	19	—	—	10. 7.	—	—	—	—	—	—	—
					21			11. 7.	—	—	8	30	—	—	—
21. 5.	9	—	—	—	—	—	—	12. 7.	—	45	19	21	—	17	5
22. 5.	—	—	—	—	—	—	—	13. 7.	—	—	7	—	—	35	—
23. 5.	—	—	—	—	5	29	—	14. 7.	—	—	11	18	30	24	—
24. 5.	—	—	—	—	28	—	—	15. 7.	—	—	12	22	—	27	—
25. 5.	—	—	—	—	—	—	—	16. 7.	—	1	4	13	—	21	—
26. 5.	—	7	—	—	—	—	7					16			
27. 5	22	9	—	—	46	48	—	17. 7.	—	3	7	—	—	—	—
28. 5.	16	3	4	—	—	—	—	18. 7.	—	—	9	—	—	49	—
29. 5.	23	12	6	—	—	15	—	19. 7.	—	tot	—	47	—	51	—
						9		20. 7.	—	—	—	30	15	54	—
30. 5.	30	5	5	16	5	22	—	21. 7.	—	—	3	47	14	39	—
31. 5.	14	7	8	—	—	10	11	22. 7.	—	—	18	13	14	—	—
1. 6.	—	—	—	—	—	—	—	23. 7.	—	—	15	4	5	26	18
2. 6.	7	—	—	—	—	—	—							37	
3. 6.	13	8	—	—	—	—	—	24. 7.	—	—	—	—	—	—	—
4. 6.	32	6	15	—	2	2	—	25. 7.	—	—	—	26	—	—	—
5. 6.	—	—	—	—	23	—	—	26. 7.	—	—	41	—	—	—	—
6. 6.	18	2	6	—	—	—	8	27. 7.	—	—	32	32	—	49	—
7. 6.	6	19	9	—	—	—	—	28. 7.	—	—	49	35	—	61	—
8. 6.	9	1	7	—	25	—	—							14	
9. 6.	22	11	13	—	—	—	—	29. 7.	—	—	—	55	6	50	—
10. 6	13	23	18	—	3	—	—	30. 7.	—	—	26	—	10	19	7
11. 6.	—	6	—	—	—	—	19						18	9	
12. 6.	3	—	6	—	—	—	—	31. 7.	—	—	35	—	—	49	—
13. 6.	27	25	13	—	—	—	—	1. 8.	—	—	9	30	—	—	—
14. 6.	15	27	19	—	—	—	—	2. 8.	—	—	—	31	18	79	—
15. 6.	9	5	7	—	—	—	—	3. 8.	—	—	29	tot	10	—	—
16. 6.	—	—	—	—	—	—	—	4. 8.	—	—	51	—	—	tot	—
17. 6.	—	—	—	—	—	—	—	5. 8.	—	—	1	—	—	—	—
18. 6.	4	—	—	—	—	—	—	6. 8.	—	—	—	—	—	—	—
19. 6.	6	4	—	—	—	—	—	7. 8.	—	—	—	—	—	—	—
20. 6	2	3	3	—	41	—	—	8. 8.	—	—	—	—	—	—	—
21. 6.	16	7	23	20	7	1	16	9. 8	—	—	tot	—	—	—	6
22. 6.	11	12	16	21	9	10	—	10. 8.	—	—	—	—	—	—	—
23. 6.	8	1	8	—	7	—	—	11. 8.	—	—	—	—	—	—	—
24. 6.	—	—	1	—	5	7	—	12. 8.	—	—	—	—	10	—	—
25. 6.	39	9	2	—	4	—	—	13. 8.	—	—	—	—	—	—	—
26. 6.	6	29	—	3	—	—	—	14. 8.	—	—	—	—	—	—	2
27. 6.	—	12	—	—	—	—	—	15. 8	—	—	—	—	8	—	—
28. 6	3	—	5	—	—	—	—	16 8	—	—	—	—	39	—	—
29. 6.	13	17	2	—	—	—	3	Insges.	459	395	675	682	495	922	103
30. 6.	16	6	37	—	—	—	—								
1. 7.	—	8	4	3	—	12	—	Je Tag	10,7	7,3	9,1	8,4	5,5	13	1,27
2. 7.	5	11	7	23	—	—	—								

A. Im Freien:	B. Im Laboratorium:
1. Gesamteizahl geringer.	1. Gesamteizahl größer.
2. Dauer der Ablage kürzer.	2. Dauer der Ablage länger.
3. Eizahl der Gelege meist kleiner.	3. Eizahl der Gelege meist größer.
4. Stets nur eine Ablage an einem Tage.	4. Gelegentlich 2 Ablagen an einem Tage.
5. Eizahl je Tag größer.	5. Eizahl je Tag kleiner.
6. Höherer Prozentsatz der Legetage.	6. Geringerer Prozentsatz der Legetage.
7. Verhältnismäßig geringe Schwankungen in der Größe der Eigelege.	7. Ziemlich große Schwankungen in der Größe der Eigelege.
8. Relative kurze Pausen zwischen den einzelnen Eiablagen.	8. Relativ lange Pausen zwischen den einzelnen Eiablagen.

Die vorstehenden Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß durch besonders günstige klimatische Bedingungen die Zahl der jährlichen Generationen auf zwei gesteigert werden könnte. Jedenfalls werden durch gleichmäßig hohe Temperaturen die frischgeschlüpften Jungkäfer, wenigstens teilweise, zu verfrühter Eiablage veranlaßt. In unserem Klima hat das praktisch keine Bedeutung, da, wie auf Seite 103—104 festgestellt wurde, die Eier gegen Feuchtigkeit und Kälte wenig widerstandsfähig sind und den Witterungseinflüssen des Herbstes und Winters erliegen müssen. Sollten aber doch vor Eintritt des Herbstes noch Larven auskriechen, so würden diese schon aus Nahrungsmangel den Winter nicht überstehen können.

Es geht also aus dem vorstehenden Abschnitt hervor, daß günstige klimatische Bedingungen die Entwicklungsdauer nicht nur der Blattläuse, sondern auch der sie verfolgenden Coccinelliden abkürzt. Während aber bei den Blattläusen mit dieser Abkürzung eine Erhöhung der Generationenzahl verbunden ist und somit unter günstigen Bedingungen die Massenzunahme sehr rasch erfolgt, ist dasselbe bei den Coccinelliden nicht der Fall. Wohl entwickelt sich bei hohen Temperaturen das Ei schneller zur Larve, die Larve schneller zum Käfer, eine Vermehrung der Zahl der vorhandenen Coccinelliden kann aber, da die Generationszahl nicht steigt, nur insofern stattfinden, als die Sterblichkeit herabgesetzt wird. Der Einfluß der Coccinelliden auf die Gradation der Blattläuse kann also, soweit man aus den entwicklungsbiologischen Untersuchungen schließen kann, auch unter günstigen Bedingungen nur gering sein. Zur endgültigen Beurteilung ist aber noch ein weiterer Punkt zu berücksichtigen, nämlich die Fraßtätigkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien und ihre Beeinflussung durch die Außenfaktoren.

b) 4. Über den Einfluß der Temperatur auf Fraß- und Verdauungstätigkeit von *Coccinella septempunctata*.

Die unterbrochene (·····) Kurve der Abbildung 10 (S. 128) zeigt, welchen Einfluß die Temperatur auf die Fraßtätigkeit der Larve hat. Der Anstieg der Fraßmenge erfolgte außergewöhnlich schnell und hoch. Wenn auch die für einen Tag der ganzen Entwicklungsdauer und des letzten Stadiums errechnete Nahrungsaufnahme ungewöhnlich hoch ist, so brachte doch die hohe Temperatur keine absolute Vermehrung der Fraßmenge. Mehr oder weniger weit steht sogar die Gesamtzahl der in 35° C gefressenen Läuse hinter derjenigen der Larven mit einer 11- bis 12tägigen Fraßdauer zurück, und auch die übrigen

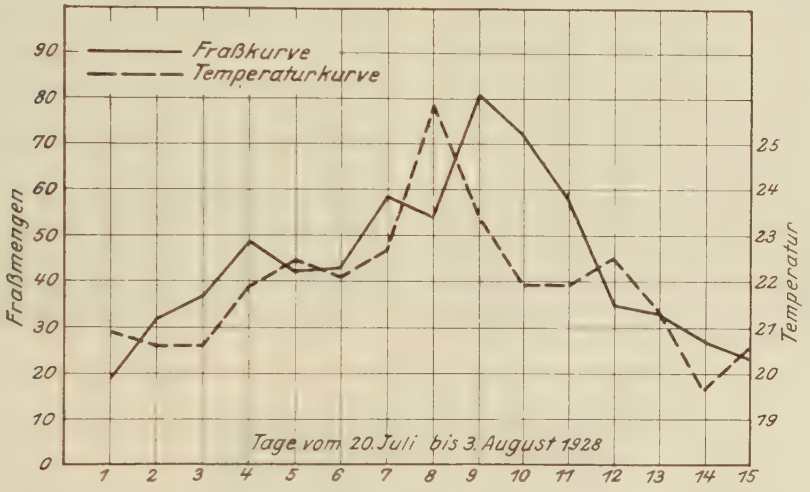


Abb. 3. Abhängigkeit zwischen Temperatur und Fraßtätigkeit.
(Auf der Ordinate sind die Temperaturen bezw. die Fraßmengen, auf der Abszisse die Tage abgetragen.)

Kurven dieser graphischen Darstellung zeigen, daß für das Vernichtungswerk der Larven höhere Wärmegrade ungünstig sind, denn diese bedingen infolge der Entwicklungsbeschleunigung eine kürzere Fraßperiode, insonderheit kürzen sie die Dauer des letzten Larvenstadiums mit der größten Fraßtätigkeit zu stark ab.

Von der Zunahme der Nahrungsaufnahme der Imagines beim Ansteigen der Temperatur gibt die vergleichende Betrachtung der Temperaturen und Fraßmenge für die Zeit vom 20. Juli bis zum 3. August 1928 ein Bild. In der Abb. 3 (S. 117) sind die mittleren Tagestemperaturen als unterbrochene und die mittleren Fraßmengen von 4 Käfern als ausgezogene Linie eingezeichnet. Mit dem Ansteigen der Temperatur steigt auch die Nahrungsaufnahme der Käfer an und mit dem Fallen der Temperaturkurve fällt auch die Fraßkurve ab.

Über die geringe Verdauungstätigkeit in Zimmertemperatur und die lebhafte in Wärmegraden von 27 und 35° C geben die Abbildungen 4

bis 9 auf Seite 118 und 119 ein anschauliches Bild. Zwei gleichgenährte Altkäfer von *Coccinella septempunctata* wurden nach der Methode von Haase (19) in Petrischalen gebracht, deren Boden mit reinem, weißem Filtrierpapier beklebt war. Die verwendeten Schalen waren gleich groß. Bei Zimmertemperatur wurde die Fütterung zweimal, bei 27° C drei- und bei 35° viermal am Tage vorgenommen. Die beiden Käfer wurden gehalten:

Beeinflussung der Verdauung durch die Temperatur.
Käfer Nr. I.

Abb. 4. 15,5—16,5° R.

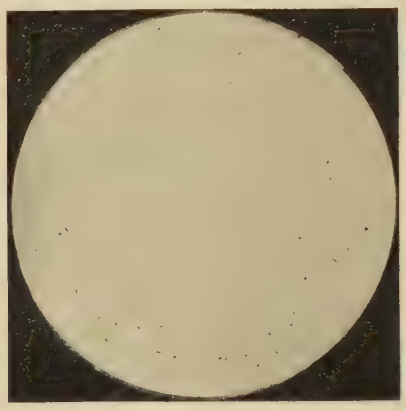


Abb. 5. 27° C.

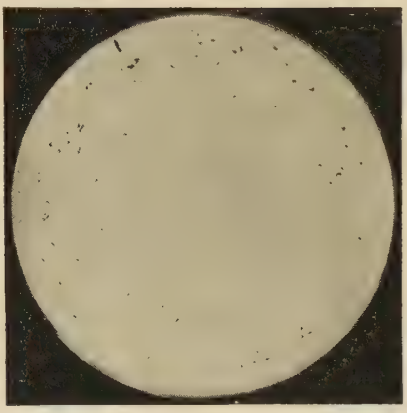


Abb. 6. 35° C.

Käfer I	a)	24 Stunden in	15,5—16,5° R
	b)	24 „ „	27° C
	c)	24 „ „	35° C
Käfer II	a)	24 „ „	27° C
	b)	24 „ „	35° C
	c)	24 „ „	14—14,5° R.

Die Reihenfolge, in welcher diese Temperaturen zur Anwendung kamen,war also verschieden.

Nach Verlauf von 24 Stunden wurden die Käfer den Schalen entnommen, der Schalengrund, auf welchem der Kot abgesetzt worden war, von den Resten der Läuse unter der Lupe mittels Pinzette oder Pinsel gereinigt und die Schalen dann jeweils nach 2 Stunden photographiert.

Beeinflussung der Verdauung durch die Temperatur.
Käfer Nr. II.

Abb. 7. 27° C.

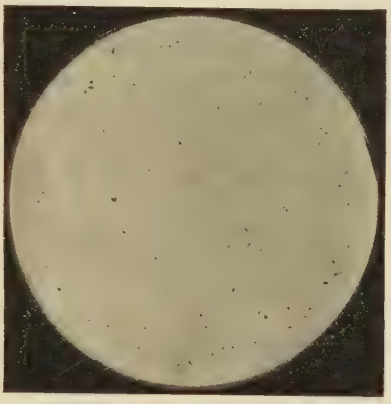


Abb 8. 35° C.

Abb. 9. 14—14,5° R.

Die Abbildungen 4—9 zeigen das Ergebnis dieses Versuches. Die geringste Kotmenge wurde in den Zimmertemperaturen abgesetzt, die größte in 35° C, und zwischen diesen beiden Extremen stehen als Übergänge die Kotmengen, die in 27° C abgesetzt wurden. Eine Nachwirkung bestimmter Temperaturstufen über 24 Stunden hinaus scheint nicht stattzufinden, wenigstens übt, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist, die

Reihenfolge der angewandten Temperaturstufen keinen merklichen Einfluß auf die Kotmenge aus.

B. Sterblichkeit und Feinde.

I. Sterblichkeit.

Die Sterblichkeit war während der Larvenzeit außerordentlich groß. Es kamen im Freiland nur 36,9 % der geschlüpften Larven zur Verpuppung. Dabei schwankte der Prozentsatz in den einzelnen Zuchtgläsern von 7,7 bis 63,5. In höheren Temperaturen war der Prozentsatz der toten Larven noch größer, denn in 32—33° C überdauerten im Mittel die Larvenzeit nur 22,5 % der Larven.

Während der Puppenzeit war die Sterblichkeit sehr gering. Sie betrug nur 5 %.

Tote Käfer wurden in den Freilandzuchten nur selten gefunden. Aus der Überwinterung erschienen die Imagines im Frühjahr 1929 zu nahezu 80 %.

Die Gründe für die Höhe des Prozentsatzes der abgestorbenen Larven liegen nicht in den Außenbedingungen, sondern in der großen Neigung der Coccinellidenlarven zum Kannibalismus. Beispielsweise lebten in den Freilandzuchten:

von	16	Larven	nach	4	Tagen	nur	noch	9	Larven
„	16	„	„	19	„	„	„	6	„
„	16	„	„	32	„	„	„	3	„
von	11	„	„	19	„	„	„	7	„
„	11	„	„	33	„	„	„	4	„
von	13	„	„	20	„	„	„	9	„
„	13	„	„	43	„	„	„	1	„
von	32	„	„	13	„	„	„	16	„
„	32	„	„	29	„	„	„	10	„
von	26	„	„	19	„	„	„	22	„
„	26	„	„	33	„	„	„	8	„

Bei längerer Dauer der Larvenentwicklung war eine größere Dezimierung festzustellen.

Dies ist jedoch nicht die einzige Form des Kannibalismus bei den Coccinelliden. Käfer und Larven fressen sowohl die Eier als auch die Puppen der Coccinelliden. Auffressen von Puppen durch die Käfer wurde nur im Laboratorium festgestellt; der Fraß von Imagines und von frischgeschlüpften und älteren Larven an Eiern und der von älteren Larven an Puppen wurde im Laboratorium wie im Freien beobachtet. Beim Fraß an Puppen gehen die Larven meist in der Weise vor, daß sie nahe am Hinterende der Puppe beginnen und von hier aus nach vorne weiterfressen. Teile der Rückenhaut, der Thorax und der Kopf werden in der Regel nicht gefressen. Was den Fraß der Imagines an Eiern betrifft, so

wurde im Laboratorium sogar beobachtet, wie zwei Weibchen von *Coccinella septempunctata* und eine *Adalia bipunctata* nach der Ablage eines Eies jeweils sich herumdrehten und das Ei auffraßen. Die gleiche Feststellung machte Ogloblin (31) für *Coccinella septempunctata.* Die Larven fressen nicht nur einander gegenseitig, sondern werden auch von den Käfern gefressen (Palmer nach Merrit-Hawkes (29). In eigenen Laboratoriumszuchten wurde diese Beobachtung in einem Falle bei einer *Coccinella septempunctata* gemacht, jedoch scheint diese Art des Kannibalismus selten zu sein, denn in mehreren Versuchen, in denen gefütterte und hungernde Imagines mit Larven aller Altersstadien zusammengebracht wurden, konnte eine Wiederholung dieses Vorganges nicht beobachtet werden. Nach Meißner (26) kommt es endlich noch vor„ daß Imagines sich gegenseitig anfressen. Meißner beobachtete, daß Exemplare von *Adalia 2-punctata* im Zuchtglase eine *Coccinella 10-punctata* var. *10-pustulata* auffraßen.

Praktisch spielt der Kannibalismus wohl keine Rolle, da er ja im Freiland höchstens zufällig vorkommt. Im Laboratorium liegt die Sache natürlich anders, da die Tiere in den Massenzuchten wenig Raum zur Verfügung haben und so dauernd auf ihre Artgenossen stoßen.

II. Die Feinde von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata.*

Die Sterblichkeit hängt unter natürlichen Bedingungen außer von den Witterungsverhältnissen von dem Auftreten von Räubern und Parasiten ab. Eigene Untersuchungen konnten in dieser Richtung kaum angestellt werden. Wir werden uns also im wesentlichen an die Angaben der Literatur halten müssen.

Die Feinde unserer beiden Coccinellidenarten sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengestellt. Bezüglich der in derselben aufgeführten Wanzen aus der Familie der Anthocoriden ist zu erwähnen, daß dieselben im Sommer 1928 sehr zahlreich in den Kolonien von *Hyalopterus pruni* und *Aphis fabae* gefunden wurden. Es wurde im Laboratorium wie im Freien beobachtet, wie die Anthocoriden als Larven und Imagines junge Larven und Puppen von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* angriffen und aussogen. Die Bestimmung der Arten übernahm in dankenswerter Weise Herr G. Müller aus Klein-Furra. Auf Grund seiner Bestimmung handelt es sich um folgende Arten:

Anthocoris pilosus Jak.
Anthocoris gallarum ulmi Deg.
Triphleps minuta Lin.

Da die Imagines der Anthocoriden nur im Freien beim Saugakte beobachtet wurden und getrenntes Einsammeln derselben zu schwierig war, kann nicht angegeben werden, um welche der vorgenannten Arten es

sich bei der Schädigung der Junglarven und Puppen von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* handelt.

Zu erwähnen ist ferner, daß Schaufuß (40) ohne Angabe der Coccinellidenart die Brachpieper als Feinde der Marienkäfer angibt und daß Zimmermann (51) als Feinde der den Coccinelliden schädlichen *Eurydema oleraceum* (32) die Coccinelliden selbst nennt, jedoch auch ohne Angabe der angetroffenen Arten.

Übersicht über die Feinde von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* (nach Angaben der Literatur, besonders nach Schilder [42] zusammengestellt).

A. Coccinella septempunctata.

I. Parasiten.

Diptera.

Tachinidae:

Phalacrotophora (*Aphiochaeta*) *fasciata* Fall (6; 7). Hyperparasit: *Homalotylus eitelweinii* Ratzb. (7).

Hymenoptera.

Braconidae:

Dinocampus (*Perilitus*) *terminatus* Nees (31; 48; eigene Beobachtungen) (nach 11 = *Euphorus sculptus*, Cress).

Chalcididae:

Homalotylus flaminius Dalm. (31).
Pteromalinarum sp. (31).
Testrastichus coccinellae Kurdj. (31).

II. Räuber.

Coleoptera:

Coccinella septempunctata
(Kannibalismus, S. 120—121.)

Hemiptera:

Anthocoridae (eigene Beobchtungen).
Eurydema oleraceum (32).

Aves:

Sperlinge (29).
Amseln (4).
Waldkauz (29).
Möven (29).
Fliegenschnäpper (29).

B. Adalia bipunctata.

I. Parasiten.

Diptera.

Tachinidae:

Phalacrotophora fasciata Fall. (28; 36; eigene Beobachtungen).

Hymenoptera.

Braconidae:

Dinocampus coccinellae Schr. (Hyperparasit: *Dibrachys boucheanus* Ratzb.) (2).

Dinocampus (*Perilitus*) *americanus* Riley (nach 47 = terminatus), nur in Gefangenschaft (10).

Chalcididae:

Tetrastichus (*Lygellus*) *epilachnae* Giard (17).

II. Räuber.

Orthoptera:

Mantis religiosa (29).

Coleoptera:

Adalia bipunctata (Kannibalismus, S. 120—121).

Hemiptera:

Podisus serieventris (29).

Anthocoridae (eigene Beobachtungen).

Eurydema oleraceum (32).

Aves:

Sperlinge (29).

Fliegenschnäpper (29).

Waldkauz (29).

C. Fraßbiologie.

I. Der Fraß der Larve.

Methodik der Versuchsanstellung.

Zur Feststellung der Fraßmenge der Larven für einen Tag und während der ganzen Entwicklungsdauer wurden dieselben einzeln in den gleichen Zuchtröhrchen oder Petrischalen, wie oben beschrieben (S. 88), gehalten. Der Boden der Schalen wurde mit Filtrierpapier beklebt, um den Larven auf diese Weise die Fortbewegung zu erleichtern. Die Oberteile der Schalen wurden an den den Schalenunterteilen aufliegenden Stellen ebenfalls mit rauhem Filtrierpapier ausgekleidet, wodurch ein dichter Verschluß bewirkt wurde, so daß von den im ersten Stadium verfütterten kleinen Läusen bei etwaigen Unebenheiten keine unter dem Deckel der Schalen her entkommen konnten. Jede der verwendeten

Schalen wurde auf die Wirksamkeit des Verschlusses vor der Benutzung durch zweimaliges Einzählen von je 50 bzw. 75 kleinen Läusen und Rückzählen derselben nach Ablauf von 24 Stunden geprüft.

Die Fütterung der Larven setzte am Tage des Schlüpfens aus dem Ei ein. Zu diesem Zwecke wurden die Larven noch vor dem Verlassen der Eihäute isoliert. Je nach dem Zeitpunkt des Schlüpfens liefen die Futterzeiten von $9-9^h$, $12-12^h$ und $18-18^h$. In den Larvenstadien I und II wurde die Fütterung nur einmal innerhalb 24 Stunden vorgenommen, im Stadium III je nach der Anzahl der gefressenen Läuse 1 bis 2 mal, im letzten Stadium stets zweimal am Tage. Eine in einer Temperatur von 35° C gehaltene Larve wurde vom ersten bis dritten Stadium zweimal, im letzten Stadium dreimal täglich gefüttert. Alle anderen Larven wurden bei Zimmertemperatur auf ihre Fraßmenge beobachtet. 24 Stunden nach der Fütterung wurden die in den Zuchtröhrchen bzw. Petrischalen noch vorhandenen lebenden Läuse gezählt und von der verabfolgten Anzahl von Läusen in Abzug gebracht. Ebenfalls wurden die tot vorgefundenen Läuse, soweit dieselben bei der Betrachtung unter der Lupe keine Beschädigungen durch etwaige Fraßtätigkeit der Coccinelliden erkennen ließen, also wohl offensichtlich innerhalb der 24 Stunden abgestorben waren, abgezogen. Die Methode Clausens (9), jeweils einen Prozentsatz für abgestorbene Läuse zu errechnen und in Abzug zu bringen, fand keine Anwendung, weil der bei der Prüfung auf Brauchbarkeit der Petrischalen ermittelte Prozentsatz der innerhalb 24 Stunden eingegangenen Läuse so gering war, daß er das Fraßergebnis eines Tages nur unwesentlich beeinflußte. Die für die Entwicklungszeiten in Frage kommenden Temperaturen enthält die Tabelle Nr. 8.

Da zur Zeit der Larvenfütterungsversuche genügend Exemplare einer Läuseart nicht zu beschaffen waren, mußten einige Larven mit verschiedenen Arten gefüttert werden. Wesentliche durch den Futterwechsel hervorgerufene Abweichungen konnten nicht beobachtet werden. Zur Verfütterung gelangten folgende Arten:

Aphis fabae Scop.
Aphis brassicae L. (*Brevicoryne brassicae* L.)
Macrosiphum pisi Kalt.
Hyalopterus pruni Fabr.

Im ersten Larvenstadium wurden nur ganz kleine Läuse verfüttert. Wenn auch bei Freilandbeobachtungen die Junglarven nicht selten in älteren Blattlauskolonien angetroffen wurden, so saßen sie doch in den meisten Fällen in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen in jungen Kolonien auf den Blattunterseiten, wo meist auch noch ihre leeren Eihäute zu finden waren. Im zweiten Larvenstadium wurden kleine bis ungefähr mittelgroße Läuse verfüttert, in den beiden letzten Stadien nur Läuse von mittlerer Größe.

a) Die Fraßmenge beim Einzeltier.

Coccinella septempunctata.

Böker (3) stellte 1906 einen Versuch zur Ermittlung der Fraßmenge der Larven von *Coccinella septempunctata* an. Er hielt 4 Larven zusammen in einem Gefäß und fütterte sie vom ersten Tage ab mit großen und kleinen Läusen, „um den Larven die Läuse so zu bieten wie die Natur, nämlich große und kleine nebeneinander". Er konnte seinen Versuch mit 4 Exemplaren nicht bis zum letzten Tage durchführen, da ihm infolge unzweckmäßiger Versuchsanstellung und Unvorsichtigkeit 3 Larven nacheinander eingingen. Er fand, daß die Larven bei einer Entwicklungsdauer von 11 Tagen im Mittel 267 Läuse fraßen. Auf Grund seiner Fraßtabelle ist aber anzunehmen, daß die Larven mehr Läuse gefressen haben würden, wenn sie ihnen zur Verfügung gestanden hätten, denn es sind in seiner Tabelle in 7 von 12 Fütterungen die Zahlen der zur Verfütterung verabreichten und der gefressenen Läuse gleich.

Die eigenen Untersuchungen wurden an 13 Exemplaren durchgeführt. Eine von diesen Larven wurde vom ersten bis zum letzten Tage in einer Temperatur von 35° C gehalten. Sehen wir von derselben, da sie eine von der normalen Fraßtätigkeit abweichende Nahrungsaufnahme zeigte, ab, so ergibt sich auf Grund der Feststellungen für die übrigen 12 Exemplare ein Durchschnittsfraß von 50,3 Läusen je Tag. Für die ganze Entwicklungsdauer betrug das Maximum 868 und das Minimum 540 Läuse, im Mittel 666,5 Läuse.

Die kürzeste Entwicklung dauerte 12, die längste 19 Tage. Diesem Minimum und Maximum entsprechen Fraßzeiten von 11 bzw. 17 Tagen. Im Mittel lag die Temperatur bei dem kürzeren Abschluß der Entwicklung um 2° C höher. Es wurden im Mittel gefressen:

in 11 Tagen 606 Läuse,
in 17 „ 845 „ ,

was einem Tagesdurchschnitt von 55 bzw. 49 Läusen entspricht. Die Verzögerung der Entwicklung durch niedrigere Temperatur hatte also zwar eine Zunahme der Gesamtfraßmenge zur Folge, nicht aber eine Steigerung der täglichen Fraßmenge. Vielmehr war, wie auch nach den Ergebnissen entsprechender Versuche an anderen Insekten zu erwarten ist (Haase, Die Bettwanze), eine Verminderung des Tagesfraßes als Folgeerscheinung kühler Temperaturen zu verzeichnen. Zweifellos spielt diese Verminderung des Tagesfraßes auch eine Rolle bei der Erhöhung der Entwicklungsdauer.

Die Verzögerung der Entwicklung wirkte sich vor allem in einer Verlängerung der Stadien I und IV aus. Die Verschiebungen in der Länge der einzelnen Abschnitte zeigt die nachstehende Tabelle (Tab. 16).

Tabelle 16.

Stadium	12—15 Tage							Mittel	18—19 Tage			Mittel
I . . .	2	2	2	2	3	3	3	2,4	4	4	4	4
II . . .	3	3	2	3	2	2	2	2,4	2	2	3	2,3
III . . .	2	2	2	3	2	2	3	2,3	3	3	3	3
IV . . .	5	5	7	5	7	7	7	6,1	9	9	9	9
I—IV . .	12	12	13	13	14	14	15	13,2	18	18	19	18,3

Die längere Dauer des ersten Stadiums brachte ungefähr eine Verdoppelung der Fraßmenge. Es fällt aber diese Steigerung wegen der in diesem Abschnitt relativ geringen Fraßmenge weniger ins Gewicht. Im zweiten Stadium waren in beiden Fällen Zeitdauer und Fraßmenge gleich und einer geringen Verlängerung von Stadium III steht eine unwesentliche Zunahme der Fraßmenge gegenüber. Die bedeutend längere Dauer des letzten Abschnitts brachte hingegen eine der Verlängerung proportionale Zunahme der Nahrungsaufnahme. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die im Mittel bei einer Fraßdauer von 11 bis 12 bzw. 17 Tagen in den einzelnen Abschnitten gefressene Anzahl von Läusen (Tab. 17).

Tabelle 17.

Stadium	Fraßmenge bei einer Fraßperiode von	
	11—12 Tagen	17 Tagen
I	30,0	56,7
II	80,1	79,3
III	122,3	130,7
IV	391,9	579.3
I—IV	624,3	846,0

Setzen wir die jeweils im ersten Stadium gefressene Anzahl von Läusen = 1, so ergeben sich für das Anwachsen der Fraßmenge in den einzelnen Abschnitten folgende Verhältniszahlen:

1 : 2,7 : 4.1 : 13,6 bei 11—12 Tagen
1 : 1,4 : 2,3 : 10,2 bei 17 Tagen.

Die Ergebnisse der Larvenfütterungsversuche sind in der Tabelle 18 zusammengestellt. Zu erwähnen ist, daß die Larve VIII mit einer Entwicklungsdauer von nur 8 Tagen vom ersten Tage bis zur Verpuppung in einer Temperatur von 35° C gehalten wurde.

Die Zahlen der Tabelle 18, die Kurven der Abbildung 10 (S. 128), der Zahlenwerte aus mittleren Fraßmengen von 3, 4, 2 bzw. 3 Larven bei Fraßperioden von 11, 12, 14 bzw. 17 Tagen zu Grunde liegen, und die oben angeführten Verhältniszahlen zeigen, daß, je kürzer die Entwicklungsdauer bzw. Fraßperiode war, um so schneller der Anstieg

Tabelle 18.

Datum (1928)	Zahl der gefressenen Läuse												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
18. Juli . .	10	11											
19. „ . .	15	17											
20. „ . .	15	10											
21. „ . .	23	23											
22. „ . .	34	36											
23. „ . .	49	44		15									
24. „ . .	11	29		8									
25. „ . .	39	35	9	15									
26. „ . .	75	60	14	33									
27. „ . .	154	155	28	36									
28. „ . .	115	140	78	83	13	19	16						
29. „ . .	—	50	83	88	16	17	14						
30. „ . .	P	P	25	94	31	33	39						
31. „ . .			95	118	32	26	42						
1. August .			95	108	51	57	82						
2. „ . .			47	6	54	56	50		5	9			
3. „ . .			68	—	49	31	58		13	18			
4. „ . .			25	P	68	71	109		14	15			
5. „ . .			—		72	56	85		17	22			
6. „ . .			—		96	79	76		34	37			
7. „ . .			P		112	98	93		36	34	9	12	12
8. „ . .					35	54	66		51	25	11	14	17
9. „ . .					—	—	—		46	48	13	11	12
10. „ . .					P	—	P	19	34	33	17	19	23
11. „ . .						P		22	34	55	29	34	30
12. „ . .								34	67	79	28	36	32
13. „ . .								58	82	129	39	42	49
14. „ . .								75	93	83	45	43	47
15. „ . .								72	63	7	56	45	42
16. „ . .								132	—	—	53	39	33
17. „ . .								160	P	—	127	115	120
18. „ . .								P		P	123	116	101
19. „ . .											126	128	94
20. „ . .											131	80	57
21. „ . .											44	91	114
22. „ . .											14	25	20
23. „ . .											3	14	3
24. „ . .											P	P	—
25. „ . .													P
Insgesamt	540	610	567	604	629	597	730	572	589	594	868	864	806
Je Tag	49,1	50,8	51,5	54,9	52,4	49,8	60,8	71,5	42,0	42,4	51,1	50,8	47,4

der Fraßmenge erfolgte und um so geringer die Spanne zwischen dem Maximum der Nahrungsaufnahme und dem Abschluß der Entwicklung bzw. dem Ende der Fraßtätigkeit war. So steigt beispielsweise die Kurve der Larve VIII mit einer Entwicklungsdauer von nur 8 Tagen sehr schnell — nur durch den dritten Häutungsvorgang unterbrochen — bis zu einem außergewöhnlich hohen Maximum an und sinkt nach dem Erreichen desselben nicht ab, weil am Tage der maximalen Fraßmenge sich diese Larve zur Verpuppung anheftete. Je länger aber

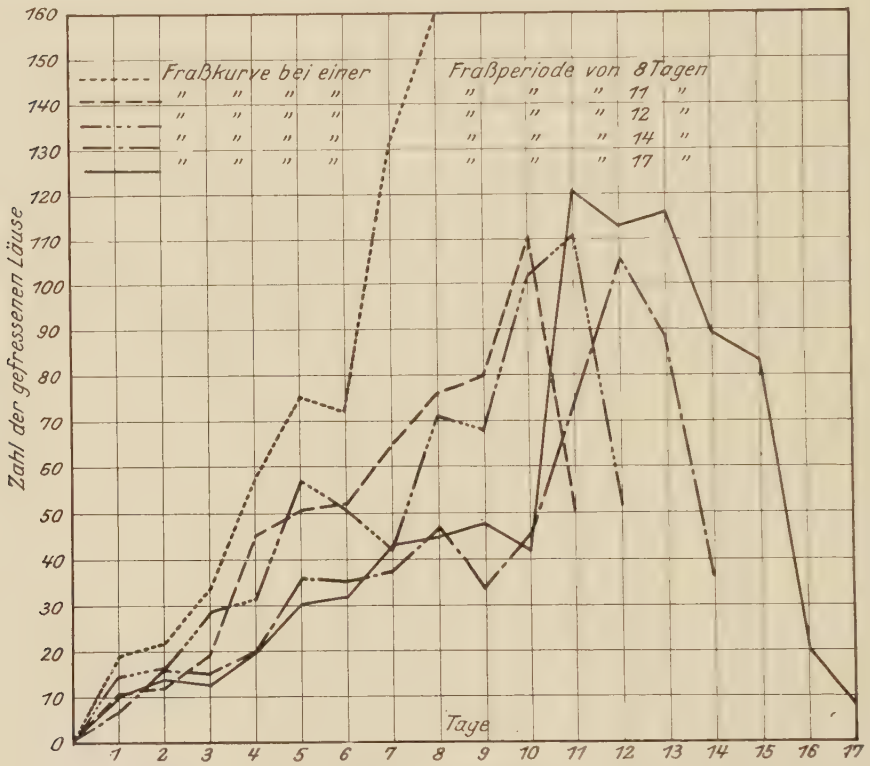


Abb. 10. Fraßkurven von Larven von *Coccinella septempunctata* bei verschiedener Entwicklungsdauer. (Auf der Ordinate ist die Zahl der gefressenen Läuse, auf der Abszisse sind die Tage abgetragen.)

die Larvenentwicklung dauerte, um so langsamer nahm die Nahrungsaufnahme zu und nach dem Erreichen des Maximums ab, d. h. um so größer wurde die Zeitspanne zwischen dem Tage der maximalen Fraßmenge und dem der Verpuppung bzw. dem Ende der Fraßperiode.

b) Über den Einfluß der Häutungen auf die Fraßtätigkeit der Larve.

Die Beziehungen zwischen Häutung und Fraßtätigkeit veranschaulichen die Zahlen der nachstehenden Tabelle (Tab. 19) und die Abbildung 11 (S. 129). In ihnen bedeuten die Zeichen:

+), daß die Häutung nach dieser Fraßmenge erfolgte,
++), daß die Häutung während des Fraßes stattfand;
H_1 = erste Häutung,
H_2 = zweite Häutung,
H_3 = dritte Häutung.

Tabelle 19.

I	II	III
9	19	16
18	17+)	14+)
15+)	33	39
22	26+)	42+)
37	57	82
34	56	50+)
25++)	31+)	58
48	71	109
33+)	56	85
55	79	76
79	98	93
129	54	66
83	—	—
7	—	—

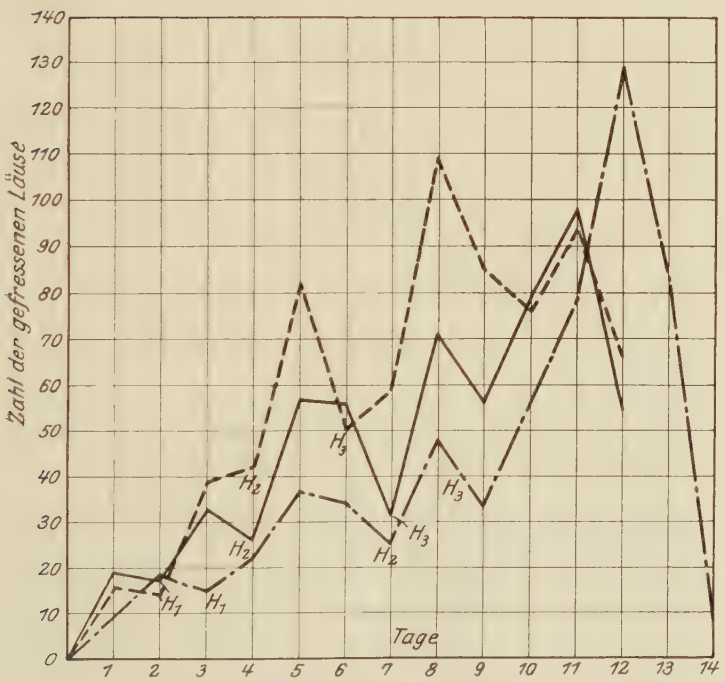


Abb. 11. Der Einfluß der Häutung auf die Fraßtätigkeit der Larve von *Coccinella septempunctata*.
(Auf der Ordinate ist die Zahl der gefressenen Läuse, auf der Abszisse sind die Tage abgetragen.)

Vor der Häutung ist also ein Nachlassen der Fraßtätigkeit zu beobachten. Tritt eine absolute Verringerung der Fraßmenge nicht ein, so ist immerhin die Zunahme nur minimal. Die Abnahme der Fraßmenge ist bei der zweiten und dritten Häutung absolut und relativ größer als bei der ersten. In keinem Fall ist jedoch die Abnahme von erheblicher Bedeutung, denn die Fraßmenge ist meist schon am Tage nach der Häutung doppelt so groß wie an dem Tage, wo die Häutung erfolgte, immer hat sie diese Höhe am zweiten Tage nach dem Häutungsvorgang bereits überschritten, auch dann, wenn an diesem Tage sich die Larven erneut häuten.

c) *Adalia bipunctata* L.

Über die Fraßmenge der Larven von *Adalia bipunctata* liegen eigene Beobachtungen nicht vor. Nach Stellwaag (44) gibt Burgess für die Gefräßigkeit der Larven folgendes Bild: „*Adalia bipunctata* verzehrte im ersten Larvenstadium täglich 6 Blattläuse, im zweiten täglich 7, im dritten 23, im vierten täglich 10 und als Imago täglich ebensoviel. Das würde also 300 bis 400 Blattläuse ausmachen."

Tabelle 20.

Fraßtabelle von Clausen für Larven von *Adalia bipunctata*.
(H = Tag des Ausschlüpfens, P = Tag der Verpuppung.)

Datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Juni 4. . .	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
„ 5. . .	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
„ 6. . .	1	1	2	0	3	2	2	1	2	1
„ 7. . .	3	5	3	2	4	3	4	3	5	2
„ 8. . .	3	4	6	4	3	5	2	6	6	4
„ 9. . .	5	5	7	3	6	7	4	6	7	3
„ 10. . .	7	6	9	6	8	4	6	7	5	5
„ 11. . .	6	8	5	9	7	5	7	8	6	8
„ 12. . .	8	11	9	10	9	8	10	12	9	11
„ 13. . .	19	12	13	12	6	10	14	9	11	7
„ 14. . .	12	15	19	13	10	17	21	16	12	15
„ 15. . .	18	14	19	17	12	21	20	17	15	12
„ 16. . .	23	19	26	19	20	28	25	19	20	22
„ 17. . .	21	26	24	19	25	27	32	35	29	26
„ 18. . .	27	29	23	25	22	32	30	27	24	31
„ 19. . .	30	31	26	18	25	29	31	23	29	27
„ 20. . .	28	36	29	26	29	33	26	18	31	19
„ 21. . .	21	22	18	23	35	28	P	29	16	27
„ 22. . .	P	18	30	18	P	17	—	33	12	P
„ 23. . .	—	P	P	29	—	P	—	26	P	—
„ 24 . .	—	—	—	P	—	—	—	12	—	—
„ 25. . .	—	—	—	—	—	—	—	P	—	—
Insgesamt	233	262	268	253	225	277	234	308	240	220
Je Tag	13,7	14,5	14,8	13,3	13,2	15,3	14,6	15,4	13,3	12,9

Clausen (9) fand auf Grund seiner Fütterungsversuche mit 10 Exemplaren dieser Art ein Maximum für die ganze Fraßperiode von 308 und ein Minimum von 220, im Mittel 252 Läuse und einen täglichen Durchschnittsfraß von 14,1 Läusen. Das Ergebnis seiner Versuche zeigt die Tabelle Nr. 20.

II. Der Fraß der Imago.

Methodik.

Die Versuche zur Feststellung der Fraßmenge je Tag und in den einzelnen Monaten der Fraßperiode wurden durchgeführt an Jung- und Altkäfern von *Coccinella septempunctata* und an Altkäfern von *Adalia bipunctata*. Sie begannen im Sommer 1927, wurden fortgesetzt und beendet im Sommer 1928. Die Imagines wurden teils in Zuchtröhrchen, teils in Petrischalen gehalten. Die Größe derselben und die Art ihrer Herrichtung ist bei der Larvenfütterung (Seite 123) angegeben.

Solange die Zahl der Läuse, die an einem Tage verfüttert wurde, 45—55 Stück nicht überschritt, wurde die Fütterung nur einmal innerhalb 24 Stunden vorgenommen. In der zweiten Hälfte Juli und im August erforderte die erheblich gesteigerte tägliche Fraßmenge meist eine zweite Fütterung am Tage.

Wegen der großen täglichen Schwankungen erwies sich eine reichliche Fütterung als unbedingt erforderlich. Infolgedessen war in der ersten Zeit der Fütterung, wo die Tagesschwankungen sehr groß waren, die Zahl der verabreichten Läuse oft 4 bis 7mal so groß wie die Anzahl der gefressenen Läuse. Wenn in unseren Fütterungsversuchen 25160 verfütterten Läusen eine Fraßmenge von 20613 Läusen gegenübersteht, also nur 4547 Läuse zuviel verabreicht wurden, so hat diese geringe Spanne zwischen beiden Zahlen ihren Grund darin, daß in den beiden letzten Monaten der Käferfütterung mit einer erheblichen Steigerung der täglichen Fraßmenge ein bedeutendes Nachlassen der Schwankungen von einem Tage zum anderen Hand in Hand ging.

a) 1. Der Fraß der Jungkäfer von *Coccinella septempunctata*.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt an 6 Jungkäfern, und zwar erstreckte sich der Zeitraum der Beobachtung bei 3 Exemplaren im Sommer 1927 auf eine Dauer von 14 bzw. 15 Tagen und im Sommer 1928 bei weiteren 3 Käfern auf eine solche von 29 bis 31 Tagen.

Die Fütterung wurde während der 14tägigen Fraßperiode im Sommer 1927 nur mit *Aphis fabae* durchgeführt. Im Sommer 1928 konnte für die Fütterung diese Art nicht in ausreichender Menge beschafft werden und mußte deshalb die Fütterung für die Dauer von 7—11 Tagen auf *Aphis brassicae* umgestellt werden, wodurch jedoch wesentliche Unterschiede in der täglichen Fraßmenge nicht herbeigeführt wurden. Zur

Verfütterung kamen von beiden Arten nur Exemplare von mittlerer Größe, um der Möglichkeit der Vermehrung innerhalb des einzelnen Fütterungszeitraumes vorzubeugen.

In den ersten Tagen nach dem Schlüpfen war die tägliche Fraßmenge der Jungkäfer sehr gering. Aus den Zahlen der Fraßtabelle (Tab. 21, S. 132) geht hervor, daß im Sommer 1928 an den ersten 7 Tagen nur

Tabelle 21.

Jungkäferfraß.

Datum	Sommer 1927			Datum	Sommer 1928		
	I	II	III		I	II	III
	Anzahl der gefressenen Läuse						
19. Juli	+	—	—	20. Juli	+	—	—
20. „	1	—	—	21. „	—	—	—
21. „	1	—	—	22. „	1	+	+
22. „	3	+	+	23. „	4	—	2
23. „	2	2	1	24. „	2	2	1
24. „	4	1	3	25. „	3	1	4
25. „	6	4	3	26. „	5	3	2
26. „	5	1	2	27. „	3	1	2
27. „	7	2	5	28. „	2	2	3
28. „	11	4	3	29. „	5	4	2
29. „	10	5	6	30. „	7	3	5
30. „	7	4	5	31. „	3	6	4
31. „	8	6	7	1. August	4	4	7
1. August	11	4	9	2. „	6	7	8
2. „	13	7	6	3. „	9	9	10
3. „		11	9	4. „	8	6	9
4. „		10	8	5. „	9	11	6
5. „		9	10	6. „	7	5	9
6. „			9	7. „	10	10	8
				8. „	12	13	11
				9. „	8	17	10
				10. „	7	9	13
				11. „	5	6	15
				12. „	11	9	11
				13. „	18	11	15
				14. „	21	18	16
				15. „	17	19	22
				16. „	23	22	18
				17. „	18	17	25
				18. „	25	29	21
				19. „	27	27	26
				20. „	31	29	34
				21. „	29	33	32
Insgesamt	89	70	86	Insgesamt	340	333	351
Je Tag	6,35	5,0	5,7	Je Tag	10,96	11,5	11,7

1—5 Läuse gefressen wurden. Vom 8. bis 14. Tage schwankte die Zahl der an einem Tage gefressenen Läuse zwischen 3 und 10. In weiteren 7 Tagen ist gegenüber der Vorwoche ein weiterer Anstieg der täglichen Fraßmenge zu beobachten, zugleich Schwankungen in den gleichen Grenzen, die erst nach Ablauf dieser ersten 3 Wochen, vom 21. bis 31. Tage, mit einem weiteren Ansteigen der täglichen Fraßmenge geringer wurden. So wurden in der 3. Woche nach dem Schlüpfen 5—17 Läuse, an weiteren 10 Tagen 17—34 Läuse je Tag gefressen. Legt man eine 14tägige Fraßperiode zugrunde, so vertilgten die Jungkäfer im Durchschnitt 5,09 Läuse je Tag. Der für 1927 ermittelte Durchschnitt von 5,09 Läusen je Tag war etwas höher als der für 1928 errechnete von 4,51 Läusen je Tag.

In weiteren 14 Tagen wurden durchschnittlich 16 Läuse je Tag gefressen. Eine Fraßperiode von 4 Wochen ergab einen täglichen Durchschnittsfraß von 10,3 Läusen. Die vorstehende Tabelle (Tab. 21) enthält das Ergebnis der Fütterungsversuche.

a) 2. Der Fraß der Altkäfer von *Coccinella septempunctata.*

Die Fütterungsversuche an Altkäfern von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* wurden im Sommer 1927 begonnen, fortgeführt und beendet im Sommer 1928.

Die Versuche zur Feststellung der Fraßmenge dieser Art setzten im Mai 1928 mit 10 Käfern ein und konnten mit 4 Exemplaren bis Ende August durchgeführt werden. Eine weitere Fütterung über diesen Zeitpunkt hinaus war nicht möglich, weil zu dieser Zeit nur noch *Anoecia corni* Fabr. zu beschaffen war. Die Exemplare dieser Art waren aber noch sehr klein und daher zu Fütterungszwecken ungeeignet. Aus diesem Grunde wurde die Fütterung am 29. August beendet.

Während des Zeitraumes vom Mai bis Ende August mußte das zur Verfütterung gelangende Material öfters gewechselt werden, denn die umfangreichen Fütterungsversuche sowie die große Anzahl der zu anderen Versuchszwecken gehaltenen Imagines und Larven erforderten eine derart große Menge von Läusen, die bei den ungünstigen Witterungsverhältnissen des Jahres 1928 von der gleichen Art für einen längeren Zeitraum nicht zu beschaffen war. Die Umstellung der Fütterung auf eine andere Art von Läusen wurde, soweit dies eben möglich war, langsam vollzogen, so daß ein und dieselbe Art mehrere Tage nacheinander zur Verfütterung kam. Je nach Bevorzugung der einen oder anderen Art traten geringe bis erhebliche Schwankungen beim Wechsel des Futters und auch bei dem Fraß der verschiedenen Arten auf. Die nachstehende Zusammenstellung (Tab. 22) zeigte z. B. das plötzliche Ansteigen der Fraßmenge bei der Verabreichung von *Aphis hederae* nach einer vorangegangenen 9- bezw. 10-tägigen Fütterungsperiode mit *Aphis sambuci* Bei der Betrachtung der Zahlen muß allerdings berücksichtigt werden

daß die verfütterten Exemplare von *Aphis hederae* in ihrer Größe etwas hinter der von *Aphis sambuci* zurückblieben.

Tabelle 22.

Verfütterte Art	Einzelne Käfer				
	I	II	III	IV	V
Aphis sambuci	—	23	—	—	—
„ „	22	7	14	18	9
„ „	18	9	10	10	6
„ „	10	8	4	14	4
„ „	5	17	10	7	11
„ „	9	10	5	11	7
„ „	6	9	12	9	9
„ „	9	11	3	8	7
„ „	7	10	11	2	11
„ „	9	13	14	9	14
Aphis hederae	36	28	32	34	24
„ „	31	33	28	25	21
„ „	28	—	—	24	—

Die Zusammenstellung zeigt zugleich auch die Schwankungen, die beim Fraß ein und derselben Art auftreten können, in diesem Falle bei dem Fraß von *Aphis sambuci*. Daß diese Schwankungen einerseits verhältnismäßig groß, andererseits aber auch sehr gering sein können, zeigen die Zahlen der nachstehenden Tabelle (Tab. 23). Es wurden *Aphis*

Tabelle 23.

Schwankungen beim Fraß verschiedener Arten

groß		mittel bis gering					gering		
Aphis sambuci		*Aphis fabae*					*Hyalopterus pruni*		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
18	19	24	28	34	30	46	33	32	43
6	14	32	42	36	38	60	29	36	41
5	10	36	44	34	33	63	19	34	39
6	6	29	49	48	34	61	34	43	41
11	4	27	48	38	33	59	51	34	33
7	3	20	52	35	34	63	53	29	38
6	7	9	19	42	30	61	51	37	26
4	6	22	55	—	—	63	53	36	37
3	10	—	—	—	—	67	64	35	39
21	22	—	—	—	—	64	48	38	28
—	—	—	—	—	—	62	40	28	27
—	—	—	—	—	—	39	33	27	26
—	—	—	—	—	—	43	38	28	31

sambuci, *Aphis fabae* und *Hyalopterus pruni* verfüttert. Die größten Schwankungen traten bei dem Fraß von *Aphis sambuci* (vgl. auch Tab. 22) auf, mittlere bis geringe bei *Aphis fabae*, und noch unbedeutender waren die Unterschiede in der täglichen Fraßmenge bei der Verfütterung von *Hyalopterus pruni*, wie es für die letzte Art auch aus dem geringen Auf- und Absteigen der Augustkurve der Abb. 12 vom 15. August ab ersichtlich ist.

Die Fraßmengen in den einzelnen Monaten der Fütterungsperiode.

Mai.

Zur Ermittlung des Durchschnittsfraßes für einen Tag kamen nur 7 Käfer in Frage, da bei den weiteren 3 in diesem Monat gefütterten Exemplaren sich die Beobachtungszeit nur auf eine Dauer von 2—7 Tagen erstreckte. Der auf Grund dieser 7 Käfer errechnete tägliche Durchschnittsfraß betrug 10,7 Läuse. Er stimmt überein mit der mittleren Fraßmenge je Tag der Jungkäfer für eine Fütterungsperiode von 4 Wochen Dauer, beginnend mit dem Schlüpfen. Unter Berücksichtigung einer Fraßzeit von 3 Wochen ergab sich im Mai ein Minimum von 9,6 und ein Maximum von 12,8 Läusen für einen Tag.

Juni.

Eine geringe Steigerung der täglichen mittleren Fraßmenge war im Juni zu beobachten. Sie betrug unter Berücksichtigung von 7 Exemplaren 13,9 Läuse. In 30 Tagen wurden im Mittel 417 Läuse gefressen. Die maximale Fraßmenge war 495 Läuse. Diese Höchstzahl sowie das Minimum von 342 Läusen wurden von zwei Weibchen getragen. Bei dem einen dieser beiden Weibchen rief also die Eiproduktion keine Zunahme der Fraßmenge hervor, während bei dem anderen, wenn wir die Eizahlen zweier weiterer Weibchen heranziehen, eine unverhältnismäßig große Steigerung der Nahrungsaufnahme zu beobachten war, denn es betrug

der	tägliche	Durchschnitt	11,4	Läuse	bei	der	Ablage	von	46	Eiern
„	„	„	15,4	„	„	„	„	„	133	„
„	„	„	15,9	„	„	„	„	„	40	„
„	„	„	16,5	„	„	„	„	„	20	„

Juli.

Eine erhebliche Steigerung der Fraßtätigkeit brachte dieser Monat. Der tägliche Durchschnittsfraß ist mit 38,25 Läusen fast dreimal so groß wie der des vorigen Monats. In 31 Tagen wurden im Mittel aus 7 Käfern 1253 Läuse gefressen. Die maximale Fraßmenge betrug 1741, die geringste 1031 Läuse. Berücksichtigen wir den Käfer, der am 16. Juli

eingegangen war, nicht, so hatte die geringste Fraßmenge je Tag das gleiche Weibchen, das auch im Juni am wenigsten gefressen hatte. Die tägliche Fraßmenge dieses Weibchens war der für die Männchen in diesem Monat ermittelten gleich. Allerdings hatte dieser Käfer im Juli insgesamt nur 30 Eier abgelegt, während die Eiproduktion der übrigen gefütterten Weibchen sehr groß war. Bei letzteren war mit der Zunahme der Eizahl eine Steigerung der Fraßtätigkeit festzustellen, wie aus der nachstehenden Tabelle (Tab. 24) hervorgeht.

Tabelle 24.

Durchschnittsfraß je Tag	Eizahl im Juli
33,3	30
36,0	112
42,4	466
56,2	690

August.

Dieser letzte Fütterungsmonat brachte eine weitere, wenn auch nur noch geringe Steigerung der täglichen Fraßmenge. Ein Durchschnittsfraß je Tag konnte nur auf Grund der 29 tägigen Beobachtungszeit an 4 Käfern gewonnen werden, weil 2 weitere Käfer gleich zu Anfang des Monats eingegangen waren. Im Mittel aus diesen 4 Exemplaren, je 2 Männchen

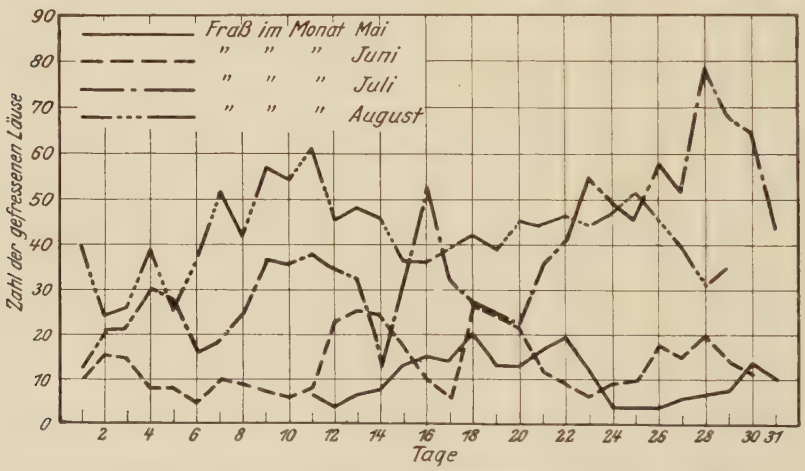


Abb. 12. Fraß der Imagines von *Coccinella septempunctata* vom Mai bis August 1928.
(Auf der Ordinate ist die Zahl der gefressenen Läuse, auf der Abszisse sind die Tage abgetragen.)

und Weibchen, wurde eine tägliche Fraßmenge von 42,1 Läusen errechnet. Das Maximum betrug 51,65, das Minimum nur 34,3 Läuse. Die Spanne zwischen diesen beiden Werten ist außerordentlich hoch, insonderheit wenn man die relativ geringen Unterschiede in den für die gleichen Individuen im Mai, Juni und Juli errechneten Fraßmengen berücksichtigt.

Tabelle 25.

Mai.

Datum	Zahl der gefressenen Läuse									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1. 5. 28 . .										
2. 5. 28 . .										
3. 5. 28 . .										
4. 5. 28 . .										
5. 5. 28 . .										
6. 5. 28 . .										
7. 5. 28 . .										
8. 5. 28 . .										
9. 5. 28 . .										
10. 5. 28 . .			9	7						
11. 5. 28 . .	8		7	12	6	5		6	5	6
12. 5. 28 . .	12		11	9	9	8		2	1	3
13. 5. 28 . .	14		8	8	8	3		8	4	7
14. 5. 28 . .	11		9	5	11	tot		7	9	9
15. 5. 98 . .	12		15	14	13			13	14	11
16. 5. 28 . .	3		13	12	12			14	16	16
17. 5. 28 . .	7		15	15	14			13	15	14
18. 5. 28 . .	tot		22	23	21			18	21	21
19. 5. 28 . .		10	19	12	17			11	16	14
20. 5. 28 . .		10	19	12	19			12	16	15
21. 5. 28 . .		11	25	12	14			22	25	21
22. 5. 28 . .		13	25	9	12			19	32	26
23. 5. 28 . .		11	12	11	8			13	12	14
24. 5. 28 . .		4	6	3	5			7	5	4
25. 5. 28 . .		5	5	4	10			4	3	3
26. 5. 28 . .		3	4	5	5			3	4	3
27. 5. 28 . .		5	6	6	7			4	7	4
28. 5. 28 . .		5	9	8	10			5	9	7
29. 5. 28 . .		6	8	5	3			11	11	8
30. 5. 28 . .		14	14	8	tot		14	19	19	13
31. 5. 28 . .		7	21	12			17	15	13	7
Insgesamt	67	104	282	212	204	16	31	226	257	226
Je Tag	26	8	12,8	9,6	10,7	5,3	15,5	10,8	12,2	10,8

Diese große Spanne hat ihren Grund nicht in der Eiproduktion, wenn auch die höheren je Tag ermittelten Fraßmengen auf die beiden Weibchen und die geringeren auf die Männchen entfallen. Die Eiproduktion war in diesem Monat im Verhältnis zum Juli nur sehr gering und zudem wies die erheblich größere Fraßmenge ein Weibchen auf, das in den vorhergehenden Monaten am wenigsten gefressen und im August nur 8 Eier abgelegt hatte gegenüber dem zweiten Weibchen mit dem wesentlich geringeren Fraß und einer zehnmal so großen Eiproduktion. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß im allgemeinen die Eiproduktion in

Tabelle 26.

Juni.

Datum	Zahl der gefressenen Läuse						
	II	III	IV	VII	VIII	IX	X
1. 6. 28	11	8	4	11	15	14	12
2. 6. 28	17	22	16	19	18	19	11
3. 6. 28	} 11	23	18	22	16	18	16
4. 6. 28	}	7	6	18	14	10	9
5. 6. 28	5	9	5	10	5	14	6
6. 6. 28	2	8	6	5	4	7	4
7. 6. 28	8	17	11	9	10	11	11
8. 6. 28	12	10	7	6	5	9	7
9. 6. 28	3	9	6	9	12	8	9
10. 6. 28	9	11	4	7	3	2	7
11. 6. 28	8	10	3	9	11	9	11
12. 6. 28	21	13	21	36	14	34	14
13. 6. 28	22	28	28	31	32	25	24
14. 6. 26	28	33	23	28	28	24	21
15. 6. 28	14	21	15	17	17	19	19
16. 6. 28	8	10	9	10	6	13	10
17. 6. 28	5	7	3	10	6	7	10
18. 6. 28	23	30	18	35	26	34	32
19. 6. 28	21	32	21	30	19	30	25
20. 6. 28	14	19	7	15	6	13	7
21. 6. 28	8	17	9	18	11	15	14
22. 6. 28	6	9	7	10	12	11	10
23. 6. 28	2	9	3	9	5	12	5
24. 6. 28	8	11	7	11	8	13	9
25. 6. 28	12	13	8	10	15	14	7
26. 6. 28	16	22	17	20	20	20	20
27. 6. 28	9	13	22	23	21	14	14
28. 6. 28	16	24	23	30	14	17	25
29. 6. 28	12	16	12	15	13	15	15
30. 6. 28	11	16	10	12	13	12	10
Insgesamt	342	477	349	495	399	463	394
Je Tag	11,4	15,9	11,6	16,5	13,3	15,4	13,1

diesem Monat nur gering war und die Beobachtung auf 2 Exemplare beschränkt bleiben mußte, weil die beiden anderen im vorherigen Monat noch beobachteten Weibchen bereits am 3. August 1928 eingegangen waren.

Die Ergebnisse der an Altkäfern von *Coccinella septempunctata* von Mai bis Ende August durchgeführten Fütterungsversuche zeigen die Tabellen 25—28.

Die oft nicht unerheblichen Schwankungen in den täglichen Fraßmengen sowie das Ansteigen der letzteren in den einzelnen Monaten der Fütterungsperiode zeigt auch die Abbildung 12 (S. 136). Die ihr zu-

Tabelle 27.

Juli.

Datum	Zahl der gefressenen Läuse						
	II	III	IV	VII	VIII	IX	X
1. 7. 28	12	16	10	13	14	13	11
2. 7. 28	20	25	20	20	20	20	25
3. 7. 28	28	26	23	22	27	16	27
4. 7. 28	27	31	32	31	30	33	25
5. 7 28	30	33	35	35	35	15	30
6. 7. 28	11	22	10	25	33	22	20
7. 7. 28	20	35	13	22	20	20	17
8. 7. 28	28	30	24	28	30	27	21
9. 7. 28	37	38	32	42	36	40	37
10. 7. 28	42	33	36	44	24	29	37
11. 7. 28	41	34	29	49	23	32	29
12. 7. 28	42	33	27	48	27	33	29
13. 7. 28	41	34	20	52	22	34	16
14. 7. 28	13	15	9	19	14	12	15
15. 7. 28	34	33	22	55	29	28	45
16. 7. 28	38	45	49	78	20	49	75
17. 7. 28	28	33	28	49	tot	39	33
18. 7. 28	21	23	22	34		28	24
19. 7. 28	11	43	31	54		33	21
20. 7. 28	19	42	22	67		32	13
21. 7. 28	39	26	33	72		35	35
22. 7 28	43	47	39	77		25	57
23. 7. 28	57	56	52	81		47	64
24. 7. 28	61	76	57	58		39	37
25. 7. 28	33	71	31	96		45	72
26. 7. 28	47	77	54	108		48	82
27. 7. 28	22	48	77	73		45	60
28. 7. 28	41	92	96	113		82	91
29. 7. 28	37	75	92	102		60	83
30. 7. 28	69	57	58	97		81	51
31. 7. 28	39	64	34	77		66	18
Insgesamt	1031	1313	1117	1728	404	1128	1200
Je Tag	33,3	42,4	36,0	56,2	25,3	36,4	38,7

grunde liegenden Zahlenwerte stammen aus den Beobachtungen an 4 Käfern, je 2 Männchen und Weibchen, die von Mai bis Ende August durchgefüttert werden konnten. Aus den Fraßmengen dieser 4 Käfer an den einzelnen Tagen der Beobachtungszeit wurde jeweils das Mittel genommen. Wegen der erst am 19. Mai 1928 beginnenden Fütterung eines dieser 4 Exemplare hätte die Maikurve erst an diesem Tage einsetzen können. Da aber die Fütterung der übrigen 3 Käfer schon am 11. Mai begann, liegen der Mailinie vom 11. bis 19. Mai Zahlenwerte aus den Beobachtungen dieser 3 Käfer und eines weiteren Individuums

Tabelle 28.

August.

Datum	Zahl der gefressenen Läuse					
	II	III	IV	VII	IX	X
1. 8. 28	44	59	31	74	51	34
2. 8. 28	22	41	40	76	37	15
3. 8. 28	27	15	22	25	31	24
4. 8. 28	29	tot	26	tot	69	31
5. 8. 28	26		18		33	24
6. 8. 28	35		37		48	29
7. 8. 28	63		57		53	36
8. 8. 28	50		41		37	34
9. 8. 28	67		37		86	36
10. 8. 28	74		47		61	34
11. 8. 28	76		59		69	48
12. 8. 28	59		42		41	38
13. 8. 28	57		45		55	35
14. 8. 28	61		43		36	42
15. 8. 28	24		50		20	49
16. 8. 28	33		41		31	37
17. 8. 28	46		33		32	43
18. 8. 28	60		29		36	41
19. 8. 28	63		19		34	39
20. 8. 28	61		34		43	41
21. 8. 28	59		51		34	33
22. 8. 28	63		53		29	38
23. 8. 28	61		51		37	26
24. 8. 28	63		53		36	37
25. 8. 28	67		64		35	39
26. 8. 28	64		48		38	28
27. 8. 28	62		40		28	27
28. 8. 28	39		33		27	26
29. 8. 28	43		38		28	31
30. 8. 28						
31. 8. 28						
Insgesamt	1498		1172		1195	995
Je Tag	51,65		40,4		41,2	34,3

zugrunde, dessen durchschnittliche tägliche Fraßmenge wesentliche Unterschiede gegenüber derjenigen der drei anderen Exemplare nicht aufwies. Auch weichen die durchschnittlichen täglichen Fraßmengen der 4 Käfer, die für die Kurven der graphischen Darstellung herangezogen wurden, nur wenig von dem für 7 Käfer in den Monaten Mai bis Juli errechneten Durchschnittsfraß je Tag ab, wie die nachstehende Zusammenstellung (Tab. 29) zeigt, und diese Unterschiede haben ihren Grund darin, daß bei der Ermittlung für 4 Käfer die von der normalen Fraßtätigkeit abweichende Nahrungsaufnahme eines Käfers keine Berücksichtigung fand.

Tabelle 29.

Zahl der Käfer	Durchschnittsfraß je Tag			
	Mai	Juni	Juli	August
7	10,7	13,9	38,25	—
4	10,0	12,0	36,00	42,1

Die Abbildung 12 zeigt die Schwankungen in der Nahrungsaufnahme, die in den einzelnen Tagen eines jeden Monats statthatten und durch das Übereinanderliegen der Kurven für Mai, Juni, Juli und August das Anwachsen der Fraßmenge in diesen Monaten. Neben den wöchentlichen Schwankungen veranschaulicht die Abbildung 13 (S. 141) das starke Ansteigen der Fraßmenge im Monat Juli. Die Zahlenwerte dieser graphischen Darstellung beruhen auf dem jeweils für 7 Tage der nahezu 15 wöchentlichen Beobachtungszeit errechneten Durchschnittsfraß derselben Käfer, auf Grund deren Fütterung die Kurven der Abbildung 12 gezeichnet wurden. Wir erkennen neben den wöchentlichen Schwankungen vom 19. Mai bis 29. Juni die nur geringe Zunahme der Fraßtätigkeit innerhalb dieses Zeitraumes, eine starke Steigerung der Fraßmenge in der ersten Julihälfte, nach einem

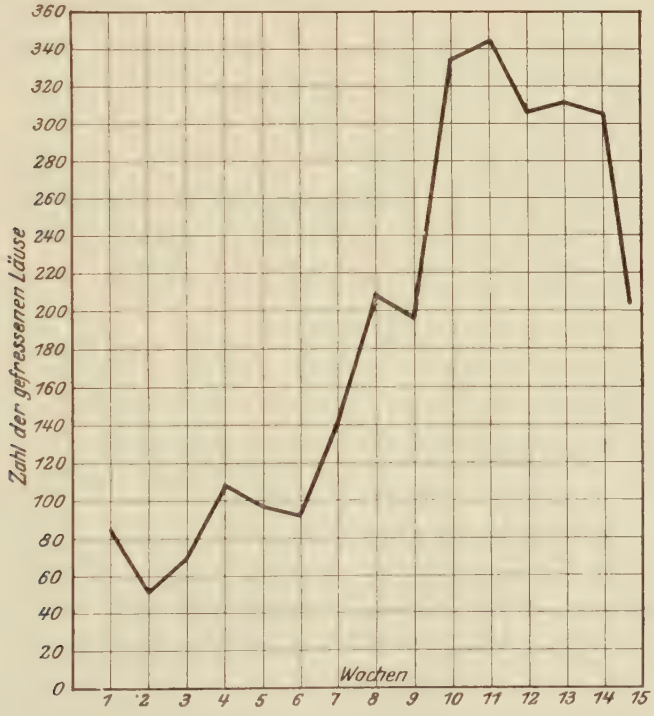


Abb. 13. Fraßkurve der Altkäfer von *Coccinella septempunctata* in den Monaten Mai bis August 1928. (Auf der Ordinate ist die Zahl der gefressenen Läuse, auf der Abszisse sind die Wochen abgetragen.)

relativ geringen Rückgang in der dritten Woche dieses Monats ein plötzliches Emporschnellen in der Zeit vom 21.—27. Juli, um in den letzten Tagen dieses und den ersten des folgenden Monats das Maximum zu erreichen. In weiteren 21 Tagen hielt sich die Fraßmenge noch auf beträchtlicher Höhe, um nach dem 24. August abzusinken.

Daß die Unterschiede in den Fraßmengen zweier Käfer sehr bedeutend sein können, zeigt die vergleichende Betrachtung der Gesamtzahlen in den einzelnen Monaten der Fütterungsperiode. Besonders sei auf den Fraß der Käfer Nr. IV, eines Männchens, und Nr. VII, eines Weibchens, in den Monaten Juni und Juli hingewiesen, auf Grund dessen auch die Kurven der Abbildung 14 gezeichnet wurden (S. 142).

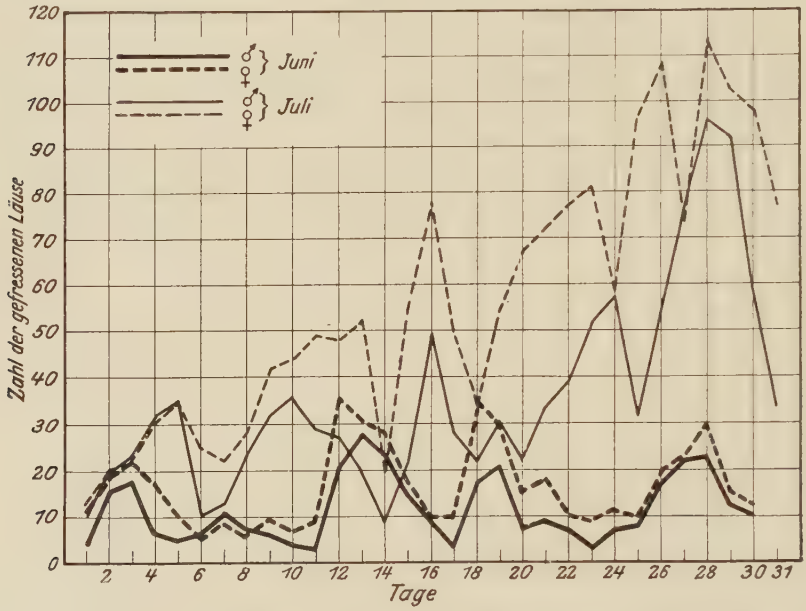


Abb. 14. Fraßkurven der beiden Geschlechter von *Coccinella septempunctata* in den Monaten Juni und Juli 1928.
(Auf der Ordinate ist die Zahl der gefressenen Läuse, auf der Abszisse sind die Tage abgetragen.)

Vergleichen wir die Zunahme der Nahrungsaufnahme beider in den Fraßmengen verschiedenen Käfer, so ist ein Unterschied in derselben nicht wahrzunehmen. Bei beiden Käfern ist die Fraßmenge in der Woche vom 23. bis 29. Juni 1,3 mal so hoch wie in der Woche vom 2. bis 8. Juni. Stellen wir weiter die wöchentlichen Fraßmengen beider Käfer in diesem Monat einander gegenüber, so erkennen wir, daß außer einer Vermehrung um das 1,7 fache in der Woche vom 16. bis 22. Juni der Fraß des Weibchens in den anderen 3 Wochen stets 1,3 mal so groß war wie der des Männchens. Infolgedessen ist auch die Differenz zwischen den Fraßmengen beider Käfer während der Dauer des Monats annähernd gleich (vgl. Abbildung 14). Erhebliche Abweichungen brachte jedoch

der Monat Juli. Setzen wir die Fraßmengen beider Käfer in der Woche vom 30. Juni bis 6. Juli = 1 und vergleichen wir die durch Division für die folgenden Wochen bis zum 3. August sich ergebenden Verhältniszahlen von

1 : 1,29 : 1,3 : 2,4 : 2,67 für Käfer Nr. IV

und

1 : 1,9 : 2,4 : 3,8 : 3,8 „ „ „ VII

miteinander, so zeigen uns diese Zahlen den bedeutend schnelleren und zugleich auch wesentlich höheren Anstieg der Nahrungsaufnahme des Weibchens. Diese überproportionale Erhöhung hängt offenbar mit der großen Eiproduktion dieses Käfers zusammen, die in diesem Monat 690 Eier betrug gegenüber nur 20 Eiern im Juni.

b) Die Fraßmenge der Altkäfer von Adalia bipunctata.

Die Untersuchungen zur Feststellung der Fraßmenge dieser Art wurden an 6 Exemplaren vorgenommen. Im Sommer 1927 wurden 3 Käfer für eine Dauer von 21 bzw. 22 Tagen gefüttert. Wegen der verhältnismäßig kurzen Dauer dieses Versuches konnte die Fütterung der Käfer ausschließlich mit *Aphis fabae* durchgeführt werden, was bei den 3 weiteren Individuen im Sommer 1928 wegen der langen Beobachtungszeit von 60—75 Tagen nicht möglich war.

Die Schwankungen in der für einen Tag berechneten Fraßmenge waren 1927 nur sehr gering. Legt man eine dreiwöchentliche Fütterungsperiode zu Grunde, so wurden im Mittel 15,86 Läuse gefressen. Die Ermittlungen des Versuches aus 1928 zeigten ziemlich erhebliche Schwankungen in den durchschnittlichen Fraßmengen. Innerhalb 60, 68 bzw. 75 Tagen wurden 19,6, 8,6 bzw. 23,1 Läuse je Tag gefressen. Merkwürdig ist, daß den geringsten täglichen Durchschnitt ein Weibchen aufwies, welches in 68 Tagen 34 Eiablagen mit insgesamt 283 Eiern zu verzeichnen hatte. Dieser Käfer wurde am 25. April gefunden und am folgenden Tage zum ersten Male gefüttert. Er fraß an diesem Tage 4 Larven von *Psylla mali* und 8 Läuse. In weiteren 18 Tagen war seine Nahrungsaufnahme sehr gering; sie betrug im Mittel 3,6 Läuse je Tag. Erst nach Ablauf dieser 19 Tage war zugleich mit dem Beginn der Eiablage eine Steigerung der Fraßmenge zu beobachten. Berücksichtigen wir diese ersten 19 Tage bei der Errechnung des täglichen Durchschnitts nicht, so erhöht sich derselbe für die restliche Dauer des Versuches von 49 Tagen auf 10,3 Läuse. Aber selbst mit diesem Werte bleibt der Käfer erheblich hinter den anderen dieser Art zurück.

Der auf Grund der drei- bis zehnwöchentlichen Fütterung ermittelte Durchschnittsfraß betrug 16,6 Läuse je Tag. Denselben Durchschnitt stellte Clausen (9) 1914 für die gleiche Art bei einer 15tägigen Fraßperiode auf. Die geringen Tagesschwankungen, die aus Clausens Fraßtabelle hervorgehen, sind offenbar darin begründet, daß er für seinen Fütterungs-

versuch ausschließlich *Macrosiphum rosae* benutzte. Eine Stütze findet diese Vermutung darin, daß in den eigenen Versuchen aus dem Sommer 1927, wo nur *Aphis fabae* verfüttert wurde, die Schwankungen auch nur gering waren, während sie bei der Verfütterung verschiedener Arten im Sommer 1928, wie bei *Coccinella septempunctata*, oft ziemlich groß waren. Während beispielsweise bei der Verabreichung von *Hyalopterus pruni* große Unterschiede in der täglichen Fraßmenge nicht auftraten, führte die Verfütterung von *Aphis sambuci* in den meisten Fällen zu mehr oder weniger großen Abweichungen, was um so mehr wunder nehmen kann, als *Adalia bipunctata* stets und meist in großer Zahl in den Kolonien von *Aphis sambuci* anzutreffen ist. Die Beobachtung von Merrit-Hawkes, daß *Hyalopterus pruni* von *Adalia bipunctata* als Nahrung gemieden wird konnte durch unsere Fütterungsversuche nicht bestätigt werden, und auch im Freien wurde diese Art als Larve und Imago neben Wanzen aus der Familie der Anthocoriden in den Kolonien von *Hyalopterus pruni* angetroffen.

Die Tabellen 30 a und b enthalten die Ergebnisse der Fütterungsersuche von Altkäfern von *Adalia bipunctata.*

Tabelle 30a.

1927.

Datum	Zahl der gefressenen Läuse		
	I	II	III
15. Juli	9	4	11
16. „	6	8	13
17. „	11	5	14
18. „	7	9	17
19. „	15	7	9
20. „	18	11	7
21. „	17	6	9
22. „	15	10	6
23. „	21	13	12
24. „	23	15	15
25. „	27	9	18
26. „	17	14	12
27. „	13	16	19
28. „	19	19	23
29. „	25	15	21
30. „	29	22	25
31. „	18	21	29
1. August	11	23	21
2. „	17	27	11
3. „	16	25	19
4. „	16	20	18
5. „	—	18	19
Insgesamt	350	317	348
Je Tag	16,7	14,4	15,8

Tabelle 30b.

1928.

Datum	Zahl der gefressenen Läuse I	Datum	Zahl der gefressenen Läuse I	Datum	Zahl der gefressenen Läuse II	Zahl der gefressenen Läuse III	Datum	Zahl der gefressenen Läuse II	Zahl der gefressenen Läuse III
26. April	12	3. Juni	19	16. Juni	7	8	24. Juli	33	34
27. „	2	4. „	14	17. „	5	6	25. „	42	23
28. „	1	5. „	10	18. „	15	15	26. „	53	53
29. „	3	6. „	6	19. „	15	9	27. „	42	29
30. „	2	7. „	4	20. „	9	13	28. „	53	44
1. Mai	1	8. „	3	21. „	2	7	29. „	55	32
2. „	4	9. „	7	22. „	6	5	30. „	43	19
3. „	2	10. „	6	23. „	9	8	31. „	21	16
4. „	1	11. „	10	24. „	8	6	1. August	10	8
5. „	3	12. „	22	25. „	8	5	2. „	14	13
6. „	5	13. „	8	26. „	14	11	3. „	15	26
7. „	2	14. „	11	27. „	10	7	4. „	13	11
8. „	4	15. „	12	28. „	12	4	5. „	8	12
9. „	3	16. „	2	29. „	12	11	6. „	22	18
10. „	6	17. „	6	30. „	10	10	7. „	21	35
11. „	4	18. „	17	1. Juli	10	10	8. „	20	25
12. „	7	19. „	15	2. „	15	15	9. „	23	27
13. „	6	20. „	12	3. „	8	12	10. „	19	29
14. „	9	21. „	6	4. „	20	20	11. „	32	36
15. „	14	22. „	5	5. „	21	21	12. „	29	38
16. „	13	23. „	4	6. „	15	11	13. „	27	35
17. „	14	24. „	10	7. „	24	20	14. „	32	38
18. „	19	25. „	11	8. „	14	18	15. „	tot	17
19. „	31	26. „	13	9. „	22	19	16. „		26
20. „		27. „	13	10. „	13	11	17. „		34
21. „	23	28. „	12	11. „	16	14	18. „		43
22. „	15	29. „	5	12. „	17	19	19. „		39
23. „	11	30. „	6	13. „	16	16	20. „		42
24. „	3	1. Juli	5	14. „	8	7	21. „		43
25. „	4	2. „	8	15. „	21	24	22. „		45
26. „	3	3. „	tot	16. „	38	55	23. „		49
27. „	4			17. „	23	19	24. „		51
28. „	8			18. „	8	16	25. „		37
29. „	8			19. „	9	15	26. „		34
30. „	14			20. „	7	14	27. „		39
31. „	9			21. „	24	18	28. „		26
1. Juni	13			22. „	27	31	29. „		31
2. „	17			23. „	32	43			
Insgesamt			582					1177	1730
Je Tag			8,6					19,6	23,1

III. Die Widerstandsfähigkeit der Jungkäfer gegen Hungern.

Die Widerstandsfähigkeit gegen Hungern wurde an Jungkäfern von *Coccinella septempunctata* beobachtet. Die getrennt gehaltenen Käfer wurden teils überhaupt nicht nach dem Schlüpfen gefüttert, teils ließ ich nach mehrtägiger Fütterung eine Hungerperiode eintreten, zum Teil wurden die Jungkäfer nach siebentägigem Hungern einmal gefüttert. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigt die nachstehende Zusammenstellung (Tab. 31).

Tabelle 31.

	Tag des Schlüpfens	Tag der Nahrungsaufnahme	Tot	Abgestorben nach Tagen	
				nach dem Schlüpfen	nach der Nahrungsaufnahme
Hungern ohne jede Nahrungsaufnahme	12. 8. 27		25. 8. 27	13	
	12. 8. 27		26. 8. 27	14	
	17. 8. 28		28. 8. 28	11	
	16. 8. 28		10. 9. 28	25	
	17. 8. 28		29. 8. 28	12	
	18. 8. 28		27. 8. 28	9	
	25. 8. 28		6. 9. 28	12	
	26. 8. 28		7. 9. 28	12	
Hungern nach Fütterung bis zum 22. 8. 1928.	14. 8. 28	22. 8. 28	28. 8. 28	14	6
	15. 8. 28	22. 8. 28	23. 8. 28	8	1
	17. 8. 28	22. 8. 28	29. 8. 28	12	7
	19. 8. 28	22. 8. 28	28. 8. 28	9	6
	20. 8. 28	22. 8. 28	29. 8. 28	9	7
	20. 8. 28	22. 8. 28	31. 8. 28	11	9
	20. 8. 28	22. 8. 28	1. 9. 28	12	10
	20. 8. 28	22. 8. 28	29. 8. 28	9	7
	20. 8. 28	22. 8. 28	29. 8. 28	9	7
	20. 8. 28	22. 8. 28	30. 8. 28	10	8
Einschiebung einer Fütterung nach 7tägigem Hungern	1 9. 28	8. 9. 28	11. 9. 28	10	3
	1. 9. 28	8. 9. 28	12. 9. 28	11	4
	1. 9. 28	8. 9. 28	13. 9. 28	12	5

Die ungefütterten Käfer starben 9—14 Tage nach dem Schlüpfen, in einem Falle erst nach 25 Tagen.

Hungerten die Käfer nach vorhergegangener mehrtägiger Fütterung, so starben sie 6—10 Tage nach dem Beginn der Hungerperiode. Sie starben trotz der Fütterung nicht wesentlich später als die Käfer, die überhaupt keine Nahrung erhalten hatten. Eine längere Dauer der Fütterung scheint den Eintritt des Todes etwas hinauszuschieben.

Das Einschieben einer einzigen Fütterung nach einer 7-tägigen Hunger-

periode führte zu keiner Verlängerung der Lebensdauer. Die Käfer starben 3—5 Tage nach dem Einsetzen der neuen Hungerperiode ab bzw. nach der gleichen Anzahl von Tagen wie diejenigen Jungkäfer, die ohne jede Nahrung blieben. — Ein weiterer, nicht in der Zusammenstellung angeführter Käfer wurde nur am Tage des Schlüpfens gefüttert und war nach 8 Tagen tot.

Aus dem vorstehenden Abschnitt geht hervor, daß zwar erhöhte Temperaturen die tägliche Fraßmenge der Larven und der Imago steigern, daß aber die Gesamtfraßmenge des einzelnen Individuums durch niedrige Temperaturen eher erhöht als herabgesetzt wird. Das rührt daher, daß das letzte Larvenstadium dasjenige Entwicklungsstadium der Käfer ist, das am meisten Nahrung zu sich nimmt. Da die Käfer weniger fressen als die letzte Larve, wird eine Beschleunigung des Ausschlüpfens der Käfer stets vermindernd auf die Fraßmenge einwirken. Wenigstens gilt das in unserem Klima, in dem niemals mehr als eine Generation im Jahre zur Entwicklung kommen kann. Temperatursteigerungen, die für die Gradation der Blattläuse innerhalb der bei uns gegebenen klimatischen Bedingungen unter allen Umständen günstig sind, sind ebenfalls unter allen Umständen für die Fraßtätigkeit der Coccinelliden ungünstig. Aus den vorstehenden Untersuchungen geht also mit voller Sicherheit hervor, daß die Coccinelliden als Nützlinge dritten Grades (Stellwaag, 43) auf die Gradation der Blattläuse praktisch keinen Einfluß haben. Wohl aber können die Coccinelliden, wenn die Umweltbedingungen zu irgend einem Zeitpunkt die Massenvermehrung der Blattläuse ohnehin schon eindämmen, durch ihre wenig gestörte oder sogar geförderte Fraßtätigkeit vollends unter den nur schwach sich vermehrenden Blattläusen aufräumen und so zu dem bekannten plötzlichen Verschwinden derselben beitragen. Die beiden behandelten Coccinellidenarten sind also für die Praxis bedeutungslos. Der vielfach von Praktikern gegen das Spritzverfahren gemachte Einwand, man vernichte beim Spritzen auch manches nützliche Marienkäferchen, beruht also auf irrigen Voraussetzungen um so mehr, als das folgende Kapitel zeigen wird, daß die Coccinelliden Spritzmitteln gegenüber viel resistenter als die Blattläuse sind.

Obwohl die vorstehenden Überlegungen schon ausreichen, um die Bedeutung der Coccinelliden für den Praktiker zu kennzeichnen, ist es von Interesse, auf die geringe Widerstandsfähigkeit der Jungkäfer gegen Nahrungsmangel hinzuweisen. Diese erklärt nämlich die Tatsache, daß in manchen Jahren im Frühling sehr wenig Altkäfer auftreten, während in anderen Jahren, denen ein gutes Blattlausjahr vorausging, Altkäfer schon in den ersten Frühlingstagen in großen Massen sich einstellen (Frühjahr 1928, *Adalia bipunctata*). Die Vermehrung der Käfer hängt also nicht nur unmittelbar von den Umweltsfaktoren ab, sondern auch mittelbar von den klimatischen und Ernährungsverhältnissen des vorhergehenden Jahres.

D. Die Wirkung der Blattlausbekämpfungsmittel auf die Coccinelliden.

In der Literatur finden sich nur wenige Angaben über die Wirkung von Insekticiden auf die Coccinelliden. Zacher (50) berichtet, daß Coccinellidenlarven durch 4 stündige Einwirkung von 0,1 proz. (= 1220 mg/cbm) Blausäure zu 100% abgetötet wurden. Burrill (5) machte gelegentlich der Bekämpfung von Blattläusen die Beobachtung, daß Imagines von *Hippodamia convergens* durch die Anwendung von „nicotine sulphate and soap at the usual strengths" getötet wurden. Molz (30) teilt mit, daß bei der ersten Prüfung des „Landauretts", eines fahrbaren Dämpfapparates zur Bekämpfung von Insektenschädlingen aller Art, Larven von Marienkäferchen, die auf stark verlausten Zweigen von *Philadelphus coronarius* gesessen hatten, nach der Anwendung von „Rettin" (mit 10% Reinnikotin) in 2 prozent. Lösung am Leben blieben. Bei der Bekämpfung von Blattläusen in Rübensamenkulturen prüfte er dann nochmals die Wirkung des Nicotindampfes auf die Coccinelliden, indem er 2 Imagines von *Coccinella septempunctata* $^1/_4$ Minute dem direkt aus der Schlauchmündung austretenden Dampfstrahl aussetzte. Über die Wirkung schreibt er folgendes: „Beide Tiere krochen nach der Behandlung ungeschwächt umher. Bei 2 anderen Versuchstieren derselben Gattung war nach einem $^1/_2$ Minute anhaltenden Dämpfen das eine scheinbar tot, das andere offenbar geschwächt. Zwei Versuchstiere der Gattung Chilocorus vertrugen aber auch diese Behandlung, ohne Schaden zu nehmen. Im übrigen konnten wir die Beobachtung machen, daß die Marienkäfer beim Dämpfen, falls sie vom direkten Dampfstrahl getroffen wurden, von den Pflanzen zu Boden fallen und in dieser Weise jeglicher Schädigung ihrer Lebenskraft entrückt werden. Wir konnten deshalb in den beobachteten Planstreifen nirgends eine tote Imago der genannten Gattungen beobachten, auch ihre Larven blieben ungeschädigt. Diese Wahrnehmung stimmt mit unseren früheren Beobachtungen gleicher Art überein. Die Schonung der als Blattlausfeinde so äußerst wertvollen Marienkäferchen und deren Larven beim Dämpfen mit „Landaurett" darf bei diesem Bekämpfungsverfahren nicht unterschätzt werden."

Um die Wirkung der Blattlausbekämpfungsmittel zu prüfen, gelangten 6 Spritz- und ein Trockenbestäubungsmittel zur Anwendung und zwar folgende:

Hohenheimer Brühe. Hersteller: Pflanzenschutz G. m. b. H., Konstanz i. B.

Aphidon. Hersteller: J. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Leverkusen bei Köln a. Rh.

Laurina. Hersteller: Otto Hinsberg, Fabrik für Pflanzenschutzmittel, Nackenheim a. Rh.

Vomasol, „N“ klebend und

Vomasol, „N“ nicht klebend. Hersteller: „Voma“, Chemisches Werk G. m. b. H., Alfeld (Leine).

Exodin. Hersteller: Chemische Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering), Berlin.

Taktin, Nikotinbestäubungsmittel. Hersteller: Chemische Fabrik von Heyden A. G., Radebeul-Dresden.

Methodik der Versuche.

Die verwendeten Eigelege stammten nur zum Teil aus eigenen Zuchten. Der größte Teil mußte im Freien eingesammelt werden. Die Eigelege eigener Zuchten waren von den Käfern in Petrischalen und an Korkstopfen von Zuchtröhrchen abgelegt worden. Die eingesammelten Eigelege befanden sich auf Blättern von Ahorn, Eiche, Buche und Birke. Zur Behandlung wurden die Korkstopfen und Blätter mit den Eigelegen mit Nadeln auf einem Brett befestigt. Nach Ablaufen der Spritzflüssigkeit wurden sie zur weiteren Beobachtung in Petrischalen gebracht und bei Zimmertemperatur täglich auf Weiterentwicklung kontrolliert. Die ausgekrochenen Larven wurden teils in Petrischalen, teils in Zuchtgläsern von 2 l Inhalt noch 5—8 Tage beobachtet. Bei einigen Versuchen wurde die Beobachtung bis zum Schlüpfen der Imagines durchgeführt.

Die Larven wurden zur Behandlung auf Bohnenpflanzen gesetzt, die in Töpfen herangezogen und ca. 50—60 cm hoch waren. Diese Topfpflanzen wurden auf eine Blechunterlage gestellt und im Freien von allen Seiten, von oben und von unten bespritzt, bis die Spritzflüssigkeit an den Stengeln der Pflanzen herunterlief und von den Blättern auf die Blechunterlage herabtropfte. Nach der Bespritzung blieben die Larven solange auf den Pflanzen, bis dieselben wieder abgetrocknet waren. Sie wurden dann abgesammelt, zu je 3—4 in Petrischalen gebracht und in diesen auf die Weiterentwicklung beobachtet. Die während und sofort nach der Häutung bespritzten Larven konnten nicht anders als in Petrischalen, in denen die Häutung stattfand, behandelt werden. Die sofort nach dem Schlüpfen bespritzten bzw. bestäubten Eigelege waren von den Käfern teils in Petrischalen, teils an Korkstopfen von Zuchtröhrchen abgelegt worden. In letzterem Falle wurden sie zur Behandlung mit den oben angeführten Präparaten mittels Nadeln auf einem Brett angeheftet.

Da aus eigenen Zuchten nicht genügend Puppenmaterial für die Versuche zur Verfügung stand, wurden Puppen von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* im Freien eingesammelt. Dieselben befanden sich auf Blättern von Bohnenpflanzen, von Ahorn, Eiche, Buche, Birke und Haselnuß. Die Blätter wurden zur Behandlung mittels Nadeln auf einem Brett angeheftet. Nach dem Abtrocknen der bespritzten Blätter wurden dieselben zu je 3—4 Stück in Petrischalen gelegt und in Zimmer-

temperatur auf Weiterentwicklung beobachtet. Das aus eigenen Zuchten stammende Puppenmaterial befand sich teils an Chenopodienzweigen, teils an Korkstopfen von Zuchtröhrchen. Die Zweige und Korkstopfen wurden ebenfalls auf einem Brett angeheftet. Petrischalen, in welchen sich Puppen befanden, wurden nach der Bespritzung zum Ablaufen der Spritzflüssigkeit umgekehrt schräg auf Filtrierpapier gestellt.

Vor der Bestäubung bzw. Bespritzung reagierten alle Puppen mehr oder weniger stark auf mittels Pinselhaare applizierte Tastreize durch Aufrichten.

Die Imagines wurden in der gleichen Weise bestäubt und bespritzt wie die Larven. Die Mehrzahl der Imagines ließ sich bei der Behandlung von den Pflanzen auf die Blechunterlage fallen, auf der sich die ablaufende Spritzflüssigkeit ansammelte. Die herabgefallenen Käfer wurden, soweit es möglich war, wieder auf die bespritzten Pflanzen gesetzt. Restlos konnte dies jedoch nicht durchgeführt werden, weil die Imagines zu unruhig waren und auch fortzufliegen versuchten. Infolgedessen mußten sie schon vor dem Abtrocknen der Blätter abgesammelt werden. Einzeln wurden sie dann zunächst in Petrischalen auf die Wiederaufnahme der Fraßtätigkeit beobachtet und nach dem Beginn derselben weitere 14 bis 21 Tage, zum Teil bis nach der Überwinterung in Zuchtgläsern von 2 l Inhalt.

Versuchsergebnisse.

Die Ergebnisse der Bespritzungs- und Bestäubungsversuche sind in den Tabellen 32 bis 34 zusammengestellt. In diesen bedeuten die Abkürzungen:

A = *Adalia bipunctata*,

C = *Coccinella septempunctata.*

H_2 und H_3, S. bzw. L IV, daß die Behandlung während der zweiten und dritten Häutung, sofort nach dem Schlüpfen bzw. im vierten Larvenstadium erfolgte.

Zu den Tabellen 32 und 34 ist noch folgendes zu bemerken:

Zu Tabelle 32.

Der geringe Prozentsatz geschlüpfter Eier des Geleges Nr. II der Taktinbestäubung ist aller Wahrscheinlichkeit nach nicht der Wirkung von Taktin zuzuschreiben. Diese Eier stammen von einer *Coccinella septempunctata*, deren Eigelege oft einen noch geringeren Prozentsatz geschlüpfter Eier aufwiesen (S. 106).

Gelege Nr. VI wurde, als die erste Larve mit dem Schlüpfen begann, und Gelege Nr. I wurde kurz vor dem Auskriechen mit Aphidon bespritzt. Aus letzterem schlüpften die Larven zu 42,8%, während bei Gelege Nr. VI eine Abtötung zu 100% statthatte.

Tabelle 32.

Präparat	Konzentration %	Coccinelliden-art	Gelege Nr.	Eizahl	Geschlüpfte Eier	Nicht geschlüpfte Eier	Geschlüpfte Eier %	Im Mittel geschlüpft %
Taktin		C	I	23	22	1	95,65	
		C	II	15	4	11	26,67	bei C 82,35
		C	III	30	30	—	100,00	
		A	IV	39	38	1	97,44	bei A 98,91
		A	V	29	29	—	100,00	
		A	VI	24	24	—	100,00	bei A u. C 91.88
Exodin	2	A	I	15	12	3	80,00	85.71
	2	A	II	19	14	5	73,68	
	3	A	III	24	22	2	91,67	
	3	A	IV	19	18	1	94,74	
Aphidon	5	C	I	21	9	12	42,86	bei C 51,28
	5	C	II	18	11	7	61,11	
	5	A	III	12	8	4	66.67	
	5	A	IV	9	7	2	77,78	
	5	A	V	21	15	6	71,43	bei A 63,54
	5	A	VI	8	—	8	—	
	5	A	VII	17	11	6	64,71	bei A u. C 60,00
	5	A	VIII	10	6	4	66,00	
	5	A	IX	19	14	5	73,68	
Laurina	2	A	I	20	3	17	15,00	67,57
	2	A	II	25	23	2	92,00	
	2	A	III	7	3	4	42.86	
	2	A	IV	22	21	1	95,45	
Vomasol „N“ nicht klebend	0,6	A	I	13	4	9	30,77	75,86
	0,6	A	II	12	9	3	75,00	
	0,6	A	III	6	4	2	66,67	
	0,6	A	IV	21	15	6	71.43	
	0,6	A	V	10	10	—	100,00	
	0,6	A	VI	25	24	1	96,00	
Vomasol „N“ klebend	0,6	C	I	23	8	15	34,78	bei C 34,78
	0,6	A	II	14	9	5	64,29	bei A 85,37
	0,6	A	III	27	26	1	96,30	bei A u. C 67,18

Tabelle 33.

Präparat	Konzentration %	Coccinellidenart	Entwicklungszustand	Zahl der behandelten Larven	Nach der Bespritzung tote Larven	Verpuppt	Verpuppt bzw. zur Imago entwickelt %
Taktin		A	S	27	—	27	100,00
		C	L IV	12	—	12	100,00
Exodin	1	A	S	74	74	—	—
	2	A	S	22	22	—	—
				23	15	8	34,79
				15	11	4	26,67
				21	12	9	42,86
	1,5	C	H_3	4	2	2	50,00
	2	C	H_3	6	2	4	66,67
	1,5	C	L IV	12	1	11	91,67 (83,33)
				6	—	6	100,00
Aphidon	5	C	S	23	23	—	—
				47	47	—	—
				13	13	—	—
				3	3	—	—
			H_2	3	3	—	—
			H_3	6	6	—	—
				3	2	1	33,33
			L IV	13	2	11	84,62
				7	1	6	85,21
Hohenheimer Brühe	4	C	H_3	3	—	3	100,00 (66,67)
				3	—	3	100,00
			L IV	11	—	11	100,00
Vomasol „N“ klebend	0,6	C	H_3	2	—	2	100,00
			L IV	10	—	10	100,00

Bei Gelege Nr. I aus der Bespritzung mit Laurina haben wir es offenbar nicht mit einer Schädigung durch das Blattlausbekämpfungsmittel zu tun, denn der Prozentsatz geschlüpfter Eier dieser *Adalia bipunctata* war auf Grund der Beobachtungen an 10 weiteren Gelegen sehr gering. Von diesen zeigten nur 2 Gelege eine Entwicklung zu 53—56%, 4 blieben unter 45% und die restlichen 4 Gelege sogar unter 35% in der Entwicklung.

Zu Tabelle 33.

Die sofort nach der zweiten bzw. dritten Häutung mit Aphidon bespritzten Larven waren nach $1^1/_2$—3 Stunden tot. Die mit demselben

Tabelle 34.

Präparat	Konzentration %	Coccinellidenart	Zahl der behandelten Puppen	Zahl der geschlüpften Imagines	Geschlüpfte Imagines %
Taktin		A	15	15	100,00
Exodin	2	A	5	4	80,00
		C	5	5	100,00
Aphidon	5	A	10	4	40,00
		C	12	9	75,00
Laurina	2	A	11	11	100,00
		C	4	4	100,00
Hohenheimer Brühe	4	A	11	9	81,82
		C	9	6	66,67
Vomasol „N“ nicht klebend	0,6	A	4	4	100,00
			3	3	100,00
Vomasol „N“ klebend	0,6	A	10	10	100,00

Mittel sofort nach dem Schlüpfen behandelten Larven starben alle noch am gleichen Tage ab.

Nach der Bespritzung mit Hohenheimer Brühe beginnt nach dem Einbringen in Petrischalen der Fraß frühestens nach 5—15, spätestens nach 2—5 Stunden. Die sofort nach der Häutung mit diesem Mittel bespritzten Larven kamen alle zur Verpuppung. Aus einer dieser Puppen schlüpfte jedoch keine Imago. Diese Puppe kann durch eine Wanze aus der Familie der Anthocoriden geschädigt sein, die bei der letzten Fütterung zufällig in die Petrischale gelangte.

Der Fraß begann bei den mit Exodin behandelten ausgewachsenen Larven nur bei 3 Exemplaren schon nach 3—15 Minuten. Alle anderen Tiere führten, als ihnen auf einer Nadel Exemplare von *Aphis fabae* gereicht wurden, zwar den Schnappreflex aus, der Fraß begann aber erst frühestens nach 1 Stunde und 40 Minuten, spätestens nach 2 Stunden und 55 Minuten. Die sofort nach dem Auskriechen durch Exodin geschädigten Junglarven starben zum Teil noch am gleichen, teils am folgenden Tage ab.

Zu Tabelle 34.

Die Bespritzung der Puppen von *Coccinella septempunctata* mit Laurina wurde nach 2 Tagen, die mit Vomasol „N“ klebend nach einem Tage wiederholt.

In dem Versuch mit Hohenheimer Brühe schlüpften aus den 11 Puppen von *Adalia bipunctata* nur 7 Imagines. Zwei früher geschlüpfte Käfer hatten zwei in der gleichen Schale befindliche Puppen angefressen. Am Tage des Schlüpfens dieser beiden Käfer lebten beide Puppen noch und wurden darum der Zahl der geschlüpften Imagines hinzugezählt.

In den Versuchen mit Aphidon, Taktin und Vomasol „N", nicht klebend, war je eine Puppe parasitiert. Der Parasit *(Phalacrotophora fasciata Fall. [Dipt.])* verließ in allen Fällen ohne Schädigung den Wirt und verpuppte sich. Die parasitierten Puppen wurden der Zahl der geschlüpften Imagines hinzugezählt.

Außer den nach der Bespritzung mit Aphidon geschlüpften 4 Puppen von *Adalia bipunctata* versuchte ein weiterer Käfer zu schlüpfen, vermochte aber die Puppenhülle nicht zu verlassen und war am nächsten Tage tot.

Insgesamt 60 Imagines wurden mit Taktin, mit Exodin in 1 ½ und 2 %iger Lösung und mit Aphidon und Vomasal „N" klebend in den üblichen Konzentrationen behandelt. Eine Schädigung trat in keinem Falle auf, auch dann nicht, wenn die Käfer sofort nach dem Schlüpfen mit Laurina, Hohenheimer Brühe und Vomasol „N" nicht klebend bespritzt wurden. Zu 100 % erschienen die Käfer in der zweiten Hälfte des März 1929 aus der Überwinterung. Die Wiederaufnahme der Fraßtätigkeit begann nach der Anwendung von Exodin frühestens nach 30 Minuten, spätestens nach 45 bis 60 Minuten. Nach der Behandlung mit Vomasol „N" klebend und Aphidon setzte der Fraß frühestens nach 7 bzw. 20 Minuten wieder ein, spätestens nach 1 ½ Stunden.

Zusammenfassend läßt sich folgendes sagen:

Das Nikotinbestäubungsmittel „Taktin" zeigte bei keinem Entwicklungsstadium der Coccinelliden eine schädigende Wirkung. Die Wirkung der angewendeten Spritzmittel war hingegen sehr verschieden.

Nach den Bespritzungen schlüpften die Eier im Mittel zu 70 %. Berücksichtigen wir das Schlüpfergebnis der Eier von *Coccinella septempunctata* im Freiland und die für 2000 Eier von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* ermittelten Prozentsätze geschlüpfter Eier, so ist eine Schädigung dieses Stadiums durch Blattlausbekämpfungsmittel nicht anzunehmen. Allerdings scheinen die Eier ganz kurz vor dem Schlüpfen empfindlicher zu sein, denn — in diesem Zustand bespritzt — schlüpften sie nur zu 42,9 bis 0 %.

Die Abtötungsziffer von ausgewachsenen Larven war nur sehr gering. Sie betrug im Mittel aus allen Bespritzungsversuchen nur 8,16 %.

Auf Larven, die sich in der Häutung befanden, wirkten die Präparate schon ungünstiger. Die Prozentsätze der toten Larven waren bei den verschiedenen Mitteln verschieden hoch. Am ungünstigsten wirkte Aphidon ein, wo eine Abtötung zu 92 % stattfand. Weniger schädigend war die Wirksamkeit von Exodin mit einer Abtötungsziffer von 40 %. Nach

Anwendung von Hohenheimer Brühe und Vomasol wurde keine Schädigung beobachtet.

Am ungünstigten war die Einwirkung auf frisch geschlüpfte Larven, die von Aphidon zu 100%, von Exodin zu 86,45% abgetötet wurden.

Die Abtötungsziffer der Puppen betrug im Mittel 17,86%. Dabei schwankten die Prozentsätze der Puppen zwischen Null und 41. Am ungünstigsten wirkte auch hier wieder Aphidon, nach dessen Anwendung nur 59% der Puppen Imagines lieferten, eine Mittelstellung nahmen Hohenheimer Brühe und Exodin ein mit 75 bzw. 90% geschlüpfter Imagines. Nach Gebrauch von Vomasol und Laurina schlüpften die Imagines sogar zu 100%.

Eine Schädigung der Käfer trat durch die Bespritzungen und Bestäubungen nicht ein.

E. Ergebnisse.

1. Unter natürlichen günstigen Bedingungen dauert bei *Coccinella septempunctata* im Mittel die Eiruhe 9,2 Tage, die Larvenentwicklung 33,7, die Puppenruhe 7,1 und die Gesamtentwicklung 50,5 Tage. Für *Adalia bipunctata* ergaben sich unter den gleichen Bedingungen im Mittel folgende Entwicklungszeiten: Eiruhe 7,8 Tage, Larvenentwicklung 30,5, Puppenruhe 8,3 und Gesamtentwicklung 46,3 Tage.

2. *Coccinella septempunctata* hat unter den bei uns gegebenen klimatischen Verhältnissen nur eine Generation im Jahre. Bei *Adalia bipunctata* wurde in seltenen Fällen eine zweite Larvengeneration beobachtet.

3. Die Temperatur übt einen bedeutenden Einfluß auf die Entwicklungsdauer aus. Mit dem Temperaturanstieg nimmt die Entwicklungsgeschwindigkeit zu und durch niedrige Wärmegrade erfährt die Entwicklung eine erhebliche Verzögerung. Die Entwicklungszeiten in den Temperaturstufen zwischen den Extremen ordnen sich im Sinne Janischs annähernd in eine Kettenlinie ein.

4. Die verschiedenen Entwicklungsstadien zeigen verschiedene Widerstandsfähigkeit gegenüber Kältegraden. Die Kälteresistenz ist bei den Eiern gering, bei der Larve relativ groß. Die Puppen vertragen tiefe Temperaturen (—10° C) nur bei kürzerer Einwirkungszeit.

5. Die Widerstandsfähigkeit der Eier gegen hohe Luftfeuchtigkeit erwies sich in allen Temperaturstufen als sehr gering. Resistenter sind schon die Larven, jedoch ist für ihre Weiterentwicklung das Zusammentreffen von kühlem Wetter und hoher relativer Luftfeuchtigkeit ungünstig.

6. Bei Haltung der Imagines in Zimmertemperatur konnte ein früherer Beginn der Copula nicht beobachtet werden.

7. Der Einfluß der Wärme auf die Eiablage ist dagegen groß. Wärme löst die Eiablage aus und Einwirkung von Kälte hemmt dieselbe.

8. In Zimmertemperatur wurde gegenüber der Haltung im Freien eine größere Gesamteizahl, eine längere Dauer der Eiablage und eine

meist größere Eizahl der Einzelgelege festgestellt. Im Freien dagegen war die tägliche Eizahl größer, die Pausen zwischen den Legetagen relativ kurz.

9. Die Temperatur übt einen bedeutsamen Einfluß auf die Fraßtätigkeit von Larve und Imago aus. Bei steigender Temperatur nimmt die tägliche Fraßmenge zu, der Temperaturanstieg wirkt sich aber zugleich bei der Larve in einer Entwicklungsbeschleunigung, insonderheit einer Abkürzung des vierten Larvenstadiums mit der relativ größten Fraßmenge aus. Infolgedessen bleibt bei höherer Temperatur die Gesamtfraßmenge hinter derselben in niedrigeren Wärmegraden zurück und sind hohe Temperaturen, die unter den bei uns gegebenen klimatischen Verhältnissen für die Gradation der Blattläuse in jedem Falle günstig sind, für das Zerstörungswerk der Larve unter allen Umständen ungünstig.

10. Die durchschnittliche Fraßmenge der Larven von *Coccinella septempunctata* beträgt 50,3 Läuse je Tag. Während der ganzen Entwicklungsdauer fraß eine Larve im Mittel 666,5 Läuse. — Vor der Häutung ist ein Nachlassen der Nahrungsaufnahme zu beobachten. Der Einfluß der Häutung auf die Fraßtätigkeit der Larve ist jedoch nur gering.

11. Der Durchschnittsfraß der Jungkäfer betrug 10,3 Läuse je Tag. Die Fraßmenge der Altkäfer stieg von Mai bis August an und betrug im Mittel im Mai 10,7 Läuse, im Juni 13,9, im Juli 38,3 und im August 42,1 Läuse je Tag.

12. Die Fraßmenge der einzelnen Individuen war verschieden groß. Im allgemeinen wurde bei den Weibchen ein größerer Durchschnittsfraß je Tag festgestellt.

13. Die Widerstandsfähigkeit der Jungkäfer gegen Hungern ist sehr gering. Von der im Sommer und Herbst vorkommenden Nahrungsmenge hängt daher die Zahl der im nächsten Jahre auftretenden Coccinelliden ab.

14. In den eigenen Zuchten war die Sterblichkeit der Larven außerordentlich groß, die der Puppen und Imagines sehr gering. Der Grund für die große Sterblichkeit der Larven liegt in dem durch das Zusammenleben auf beschränktem Raume stark geförderten Kannibalismus.

15. Die Feinde der Coccinelliden spielen auf Grund eigener Beobachtungen im Freien nur eine untergeordnete Rolle.

16. In gewissen Entwicklungsstadien (Eier kurz vor dem Auskriechen, frischgeschlüpfte Larven und Larven im Häutungsvorgang) sind die Coccinelliden empfindlich und werden durch die Anwendung von Blattlausbekämpfungsmitteln mehr oder weniger geschädigt. Im allgemeinen ist aber die Schädigung, die durch die Insecticide auftreten kann, nur sehr gering. Praktisch ist derselben gar keine Bedeutung beizumessen, denn die Untersuchungen der Entwicklung und Ernährung von *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata* ergaben, daß diese Coccinellidenarten für die biologische Bekämpfung der Blattläuse in unserem Klima bedeutungslos sind.

Literatur.

1. Artelli, G. 1913, La Thea 22-punctata, L., è solamente micofaga. Giorn Agric. Merid., Messina VI, pp. 189—195.
2. Balduf, W. V. 1926, The bionomics of Dinocampus coccinellae, Schrank. Ann. Ent. Soc. Amer. XIX, Nr. 4, pp. 465—498.
3. Boeker, P. 1907, Nutzen der Coccinella-Larven. Arb. d. Kaiserl. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch., Bd. 5, S. 282.
4. Braßler, K. 1921, Natur und Kultur, 19. Jahrg., Heft 2, S. 78—79. (Ref.: Zeitschr. f. angew. Entomologie, Bd. 8, S. 460).
5. Burrill, A. C. 1918, New economic pests of red clover. Il. Econ. Ent., Concord, N. H., XI, Nr. 5, pp. 421—424. (Ref.: Rev. App. Ent. [Ser.: Agric.], Vol. VII, London 1919, S. 35).
6. du Buysson, H. 1917, Observations sur les Nymphes de Coccinella septempunctata L. (Col.) parasitées par Phora fasciata Fall. (Dipt.) Bull. Soc. Ent. France, Paris, Nr. 15, pp. 249—250.
7. — — 1921, Phora fasciata Fall. (Dipt.) parasité par Homalotylus eitelweinii Ratzb. (Hym.). Miscell. Ent., Uzès. XXV, Nr. 9, pp. 66—67.
8. Camerano, L. 1914, Le riunioni delle Coccinelle. Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. Berlin, X, Heft 5, S. 187—189.
9. Clausen, C. P. 1916, Life-history and feeding records of a series of california Coccinellidae. Calif. Univ. Publ. Ent., Vol. 1, Nr. 6, pp. 251—299.
10. Cushman, R. A. 1913, Biological notes on a few rare or little know parasitic Hymenoptera. Proc. Ent. Soc., Washington, XV, Nr. 4, pp. 153—163.
11. — — 1922, The identity of Ichneumon coccinellae Schrank (Hym.). Proc. Ent. Soc., Washington, XXIV, pp. 241—242.
12. Davidson, W. M. 1923, Biology of Scymus nubes, Casey (Coleoptera, Coccinellidae). Trans. Amer. Ent. Soc. Philadelphia, XLIX, Nr. 2, pp. 153—163.
13. Dobzhansky, Th. 1925, Über das Massenauftreten einiger Coccinelliden im Gebirge Turkestans. Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol., XX, Heft 9/10, S. 249—256.
14. — — 1926, Über die Morphologie und systematische Stellung einiger Gattungen der Coccinelliden. Zool. Anz., 69, Heft 7 u. 8. S. 200—208.
15. Escherich, K. 1913, Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Berlin.
16. — — 1923, Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. II. Berlin.
17. Falcoz, L. 1924, Observations biologiques sur divers insectes des environs de Vienne en Dauphiné. Bull. Soc. Ent. France, Paris, Nr. 20, pp. 261—263.
18. Gineste, F., Coccinella septempunctata L. Feuille Jeun. Natural., 15. Année, p. 48.
19. Haase, A. 1917, Die Bettwanze. Monograph. z. angew. Entom., Beih. 1 z. Bd. IV Zeitschr. f. angew. Entom.
20. Hacker, Leop. 1899, Biologisches über Coccinelliden. Ill. Zeitschr. f. Entom., Bd. IV, S. 9, 60, 75, 90, 137, 169.
21. Hawkes, O. A. M. 1923, Hibernation of Coccinellidae on mountains. Ent. Month. Mag. London LIX, pp. 53—55.
22. Janisch, E. 1927, Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. Berlin.
23. Letzner, K. 1857, Beiträge zur Verwandlungsgeschichte der Coccinelliden. Zeitschr. f. Entom., Breslau, 11. Jahrg., S. 3—24.
24. Meißner, O. 1906, Bemerkungen über die Zucht von Coccinellidenlarven. Insekten-Börse, Intern. Wochenbl. f. Entom., Nr. 36, 23. Jahrg.
25. — — 1907, Ex-ovo-Zucht von Coccinellidenlarven. Entom. Blätter, 3. Jahrg., S. 88.
26. — — 1907, Kannibalismus bei Coccinelliden. Wiener Entom. Zeitg., Wien, 26. Jahrg., S. 322.

27. Meißner, O. 1910, Lebensgeschichte des Zweipunktes Adalia bipunctata L. Entom. Blätter, 6. Jahrg., S. 228—230.
28. Menozzi, C. 1927, Contributo alla biologia della Phalacrotophora fasciata Fall. (Diptera-Phoridae) parasita di Coccinellidi. Boll. Soc. Ent. Ital., 59. pp. 72—78.
29. Merrit-Hawkes, O. A. 1920, Obs rvations on the life-history, biology, and genetics of the lady-bird beetle, Adalia bipunctata (Mulsant). Proc. Zool. Soc., London, p. 475.
30. Molz, E. 1917, Blattlausbekämpfung mittels des „Landauretts". Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, 27. Bd., S. 107—110.
31. Ogloblin, A. 1913, Contribution à la biologie des Coccinelles. Revue Russe d'Entomologie, St. Pétersbourg, XIII, pp. 27—43.
32. Reineck, G. 1918, Eine Wanze als Coccinellidenfeind. Entom. Blätter, 14. Jahrg., Heft 10—12, S. 348—349.
33. Reineck, G. 1918, Massenauftreten von Coccinella septempunctata L. Entom. Blätter, 14. Jahrg., Heft 10—12, S. 349.
34. Reinisch, Fr. 1910, Zur Lebensweise der Adalia bipunctata im Saazer Hopfenbaugebiete. Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol., Bd. 6, S. 242—244.
35. Reitter, Edm. 1909, Fauna Germanica, Die Käfer des Deutschen Reiches. Stuttgart.
36. Richards, O. W. 1926, A note on a dipterous parasite of lady-bird. Ent. Month. Mag., LXII, p. 99.
37. Ritzema Bos, J. 1891, Tierische Schädlinge und Nützlinge. Berlin.
38. Rösel, Aug. Joh. 1749, Der runde, hochrothe Marien-Kefer mit schwarzen Punkten, nebst seinem Wurm und dessen Verwandlung. Insecten-Belustigung, zweyter Teil.
39. Sajo, K. 1906, Der Siebenpunkt (Coccinella septempunctata). Prometheus, 17. Jahrg., S. 489—492, 506—509.
40. Schaufuß, Cam. 1916, Calwers Käferbuch. Stuttgart.
41. Schenk, P. J. 1917, Vijanden van Bladluizen. Tijdschr. Plantenziekt., 23, Bijblad, p. 37—45.
42. Schilder, Fr. A., und Schilder, Mar. 1928, Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehung zur Verwandtschaft der Arten. Arb. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., Berlin, Bd. 16, Heft 2.
43. Stellwaag, F., Methoden der biologischen Bekämpfung schädlicher Insekten im Pflanzenschutz. Abderhaldens Handbuch der biol. Arbeitsmethoden, Abt. IX, Teil I, II. Hälfte.
44. — — 1928, Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin.
45. Störmer, K., und Kleine, R. 1911, Über das Verschwinden der Blattläuse. Deutsche Landw. Presse, 38. Jahrg., Nr. 61.
46. Taschenberg, O. 1918, Auffällige Häufigkeit von Coccinella septempunctata im Sommer 1918. Entom. Mitt., 7, S. 214.
47. Timberlake, P. H. 1918, Notes on some the imigrant parasit Hymenoptera of the Hawaiin Islands. Proc. Hawaiian Ent. Soc. for the year 1917, Honolulu, III, Nr. 5, April 1918, pp. 399—404. (Rev. Appl. Ent. [Ser.: Agric.], Vol. VI, London 1918, pp. 351—352).
48. Tullgren, A. 1916, En lömsk fiende till var vän nyckelpigan. Ent. Tidskr., Stockholm, pp. 95—98.
49. Werner, F., 1913, Massenansammlung von Coccinella. Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol., Berlin, S. 311.
50. Zacher, 1919, Untersuchungen über Schädlingsbekämpfung mit Blausäure. Mitt. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch., Heft 17, S. 31—37.
51. Zimmermann, H. 1916, Bericht der Hauptsammelstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz für das Jahr 1915 (Mitt. d. Landw. Versuchsstat. Rostock, 1916). (Ref.: Centralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten, 49. Bd., 1919, S. 250).

Einige neue Ergebnisse aus der Biologie und Physiologie des Kieferspinners (Dendrolimus pini L.).

Von

A. G. Lebedev und **A. N. Savenkov.**

(Mit 1 Abbildung.)

ee Axviii 331

Dank den Untersuchungen Ecksteins kann die Biologie des Kieferspinners — wenigstens in Deutschland — als genügend erforscht gelten. Bei uns machten Serebrjanikov, J. V. Vasiljev, Shishkin und einige andere Beobachtungen an diesem Schädling, die jedoch lange nicht so ausführlich und vielseitig waren wie diejenigen Ecksteins. Indem wir beabsichtigten, einige Beobachtungen dieses Autors nachzuprüfen, um festzustellen, in welchem Grade dieselben mit den Lebensverhältnissen des Schädlings in der Ukraine übereinstimmen, beschlossen wir, vor allem möglichst exakt die Frage zu lösen, wieviel Nahrung jede Raupe während der ganzen Fraßzeit konsumiert. Diese in praktischer Hinsicht sehr wichtige Frage ist von Eckstein geklärt worden, wenn auch ohne Angabe der angewandten Methodik. Nach seinen Angaben vertilgt jede Raupe — abgesehen vom Benagen der Ränder von 16 Kiefernadeln — gänzlich oder partiell 754 Nadeln durchschnittlich. Ist das Gewicht sämtlicher Nadeln des Probebaumes bekannt, so kann daraus leicht die Zahl der Raupen berechnet werden, die den Baum vollständig zu entlauben imstande sind. Die Untersuchung dieser Frage haben wir noch nicht abgeschlossen; wir werden die Resultate in einer späteren Arbeit mitteilen. In vorliegender Arbeit werden eine Reihe anderer Fragen behandelt, die wir mehr oder weniger zu beleuchten in der Lage sind, dank dem Material, das uns vorlag. Letzteres stammte aus den Kiev am nächsten liegenden Forstbezirken (Bojarka und Darnitza); außerdem erhielten wir vom Forstentomologen Herrn V. L. Tzjopkalo mehrere hundert Puppen aus der Jampolskaja Datsha des Forstbezirks Donetzk, Kreis Artemovsk, wo im verflossenen Jahr die Leimung der Kieferanpflanzungen gegen Dendrolimusbefall vorgenommen wurde. In vorliegender Arbeit behandeln wir folgende Fragen:

1. Verpuppungszeit.
2. Ausschlüpfen der Falter, Beginn und Ende der Flugzeit, Prozentverhältnis der ♂♂ und ♀♀ sowie Ausschlüpfen derselben zu verschiedenen Tageszeiten.
3. Paarung, Paarungsdauer, Anlockungswirkung der ♀♀, Zahl der Paarungen und extreme Termine derselben.

4. Gewicht der Falter nach dem Schlüpfen und Veränderung derselben während der ganzen Lebensdauer.
5. Eiablage; Verhältnis ihres Gewichts zum Gewicht der ♀♀, Gewicht der befruchteten und unbefruchteten Eier und Veränderung des Eigewichts mit der Entwicklung des Keimes.
6. Lebensdauer befruchteter und jungfräulicher ♀♀, sowie Lebensdauer der ♂♂, die kopuliert und solcher, die nicht kopuliert haben.
7. Ausschlüpfungszeit der Raupen eines Geleges.
8. Parasitenbefall.

In der Forstei Bojarskoe begann in diesem Jahr die Verpuppung des Spinners in der letzten Dekade des Mai, während der Beginn der Flugzeit in die Mitte des Juni fiel. Am 21. Juni wurden an Kiefernadeln die ersten Eier entdeckt, aus denen am 30. Juni Raupen schlüpften; diese Eier waren folglich am 15.—16. Juni abgelegt worden. Die letzten Raupen wurden im Forstbezirk am 28. Juni beobachtet. Das Maximum der Flugzeit konnte im Freien nicht konstatiert werden, da die Vermehrung des Spinners im Forstgebiet zurzeit noch einen sehr unbedeutenden Grad erreicht. Soweit nach dem Ausfliegen der Falter im Laboratorium (sowohl aus Puppen vom Beobachtungsort, als auch aus dem Bezirk Artemovsk) geurteilt werden kann, fiel das Maximum der Flugzeit auf die Mitte des Juli. Die ganze Flugzeit erstreckte sich über eine recht lange Zeit, da sie erst ungefähr am 20. August ihren Abschluß fand. Es ist anzunehmen, daß im Bezirk Artemovsk die angegebenen Termine mit denen der Stadt Kiev ungefähr zusammenfallen, wenigstens bestätigte sich diese Annahme in bezug auf die erste Hälfte der Flugzeit am Ausschlüpfen der Falter aus von dort erhaltenen Puppen. Aus nachfolgender Tabelle ist zu ersehen, daß das maximale Ausschlüpfen auf die Mitte des Juli fiel. Die Kokons waren am 27. Juni im Forstbezirk Donetzk gesammelt worden.

Tabelle 1.

Datum	♂♂	♀♀
7. VII.	2	—
8. VII.	3	—
9. VII.	12	—
10. VII.	7	1
11. VII.	12	1
12. VII.	14	4
13. VII.	28	4
14. VII.	33	10
15. VII.	39	16
16. VII.	30	15
17. VII.	31	13
18. VII.	8	3
19 VII.	2	—
Im ganzen:	221	67

Obwohl zu Beginn der Flugzeit gewöhnlich ♂♂ vorherrschen, erschien das Resultat dennoch recht überraschend, da der Unterschied im prozentlichen Verhältnis zwischen ♂♂ und ♀♀ ein zu großer war (76,7 % und 23,3 %) und sogar den Verdacht wachrief, daß es sich hier um Zufälligkeit handelt. Diese Erscheinung muß aber als normal angesehen werden. Angenommen, daß der Kieferspinner in bezug auf quantitative Gleichheit der Geschlechter keine Ausnahme unter der Mehrzahl der Insekten bildet, müssen wir weiter annehmen, daß das erwähnte Verhältnis während der zweiten Hälfte der Flugzeit ausgeglichen wird, indem die Zahl der ♂♂ und ♀♀ die umgekehrte ist. In der Tat bestätigten Kokons, die Ende Juli aus dem Forstbezirk Darnitza erhalten wurden, diese Annahme auf das beste. Während der Zeit vom 28. Juli bis zum 18. August schlüpften 50 ♂♂ (20,9 %) und 190 ♀♀ (79,1 %); während der ganzen Flugzeit — 271 ♀♀ und 257 ♂♂, was in Prozenten 48,7 und 51,3 ausmacht. Bei einer größeren Kokonzahl würde sich dieses Verhältnis zweifellos noch mehr ausgleichen.

Das Schlüpfen der Falter hörte am 20. August auf, folglich dauerte die Flugzeit in diesem Jahr 67 Tage, was in bewunderungswürdiger Weise mit den Angaben Shishkins für 1910 zusammenfällt, obgleich 1910 die Flugzeit 2 Wochen früher begann und endete, nämlich auf die Zeit vom 1. Mai bis 5. August fiel.

Um die Verteilung des Ausschlüpfens während der Tageszeit festzustellen, wurden vom 12.—19. Juli ununterbrochene Beobachtungen gemacht. Es erwies sich, daß die Falter während aller Tages- und Nachtstunden schlüpfen, ohne je Unterbrechungen zu zeigen, die Mehrzahl schlüpft jedoch des Abends und Nachts, wobei auch die Mehrzahl der ♀♀ schlüpft. Vor dem Schlüpfen des Falters führt die Puppe anhaltende Drehbewegungen aus, wobei die wenigen Fäden, die das Vorderende des Kokons verschließen, auseinanderreißen. Sobald sich das Kopfende der Puppe aus dem Kokon hinausschiebt, platzt die Puppenhülle auf gewöhnliche Weise und der Falter arbeitet sich so rasch heraus, daß der ganze Prozeß des Schlüpfens nicht mehr als 1 Minute dauert.

Eine Reihe von Beobachtungen an der Copula berechtigt zur Folgerung, daß die sexuelle Reife bei ♂♂ und ♀♀ fast zu gleicher Zeit eintritt, und zwar sind die ♀♀ schon 2h 25' nach dem Schlüpfen kopulationsfähig, die ♂♂ etwas später: die geringste beobachtete Frist betrug 4h 50'. Trotzdem geschieht die Copula nicht immer so bald, meist beginnt und vollzieht sie sich während der ersten 24 Stunden des Lebens der Falter. Die Kopulationsfähigkeit bleibt sehr lange erhalten. Wenn die Falter isoliert und dann wieder zusammengebracht werden, so kann die Copula, wie wir beobachteten, sogar noch nach $6^1/_2$ Tagen geschehen. In einem Fall schritt das ♂ 6 Tage 20h nach seiner Geburt zur Kopulation.

Für die ♀♀ erhielten wir die höchsten Kopulationstermine bei Paarung im Walde mit frischen „wilden" ♂♂. Zu diesem Zweck wurden ♀♀, die

mehr als 5 Tage lang isoliert gewesen waren, in den Wald gebracht und vor Eintritt der Dämmerung an Baumstämmen angebunden. Zu ihnen flogen aus dem Freien ♂♂ hinzu, und auf diese Weise wurde festgestellt, daß ein ♀ nach 6 Tagen 1h, ein anderes nach 6 Tagen 12h kopulierte. Es ist interessant, daß die „wilden" ♂♂ sich in diesen Versuchen ganz anders gebärdeten und sich durch außergewöhnliche Sinnesfeinheit auszeichneten: sobald das Licht der Laterne sie traf, begannen sie zu zappeln im Bestreben, sich vom ♀ loszureißen, was ihnen nach einiger Zeit auch gelang.

Die Dauer der Copula schwankte in den beobachteten Fällen meist zwischen 13h 40' und 19h 20h; längere Zeiträume wurden seltener beobachtet (24 Stunden und mehr), so daß die Mitteilung Serebrjanikovs über angeblich 3 × 24 Stunden lange Copula eher als Beobachtungsfehler anzusehen ist. Es ist wohl kaum daran zu zweifeln, daß es sich in diesem Falle um wiederholte Copula handelte, was auch Eckstein beobachtete. Wir konnten wiederholte Copula nur bei ♂♂ registrieren, während ♀♀ hartnäckig die Copula ablehnten, obwohl nach den Beobachtungen Ecksteins auch ♀♀ zweimal und angeblich sogar dreimal kopulieren können. Bemerkenswert ist, daß ♂♂ und ♀♀ gleichen Alters gewöhnlich nicht kopulieren. Schon Eckstein bemerkte diese Eigentümlichkeit und kontrollierte 65 Paare, von denen bloß 23 Paare kopulierten. Etwa dasselbe beobachteten wir in unseren Versuchen: isolierte Paare saßen mehrere Tage da, ohne daß eine Copula eintrat, endlich legten die ♀♀ unbefruchtete Eier ab. In seltenen Fällen trat die Paarung ein, aber nicht früher als nach 24h, sogar 2 × 24h. Daher sind die seltenen Fälle, wo Copula zwischen ♂ und ♀, die während ein und derselben Nacht schlüpften, beobachtet wurde, durch nicht gleichzeitiges Schlüpfen aus der Puppe zu erklären, so daß der Altersunterschied nicht weniger als $2^1/_2$h betrug.

Sehr interessierte uns die Frage über die anlockende Wirkung der ♀♀, aber wir konnten nur sehr bescheidene Versuche in dieser Richtung unternehmen wegen Mangels an genügendem Material. Ein Versuch wurde am 12. Juli abends unternommen auf dem Territorium der Entomologischen Station, in deren unmittelbarer Nähe sich eine kleine Kieferanpflanzung befindet von der ein Teil eingezäunt ist und zum Garten der Station gehört. Um 9h abends wurde ein Käfig mit 2 ♀♀ im Alter von etwa 24 Stunden an einer Kiefer aufgehängt, und fast zu gleicher Zeit in einer Entfernung von 40—45 m vom Käfig eine Schachtel mit 10 ♂♂ auf den Erdboden gestellt und geöffnet. Der Abend war dunkel und windstill; Wolken zogen herauf. Um 9h 10' flogen 2 ♂♂ fort, um 9h 15' noch 3 ♂♂, um 9h 25' noch 1 ♂, um 10h 5' — 2 ♂♂; um 10h 45' war nur noch 1 ♂ in der Schachtel übrig geblieben. Um 10h 5' zeigten die ♀♀ Erregung und begannen im Kätig umherzufliegen. Um 10h 35' begannen um den Käfig ♂♂ zu kreisen, deren Zahl wegen der Dunkelheit und der Schnelligkeit ihres Fluges nicht ermittelt werden konnte; augenscheinlich aber waren alle ♂♂ zur Stelle. Es gelang 3 Stück zu

erbeuten, und alle 3 erwiesen sich als zu den soeben befreiten gehörig, da sie mit schwarzer Tusche markiert waren. Um $10^h 45'$ begann es leider zu regnen, so daß die weiteren Beobachtungen gestört wurden. Es ist natürlich schwer, aus diesem Versuch bestimmte Schlüsse über die Kraft der anlockenden Wirkung der ♀♀ zu ziehen, aber das Vorhandensein eines derartigen Einflusses ist ganz offenbar, und seine Wirkung erstreckt sich gewiß auch auf viel weitere Entfernungen.

Ein anderer Versuch bezweckte die Anwesenheit von glandulae odoriferae am Abdomen der ♀♀ und ihre anlockende Wirkung sogar am abgetrennten Abdomen des ♀ zu beweisen. Zu diesem Zweck wurde eine Schachtel mit 3 hintereinander gelegenen Abteilungen hergestellt. Die mittlere Abteilung kommunizierte mit den beiden äußeren durch kleine, im Niveau des Schachtelbodens gelegene Fenster. Ebensolche Fenster wurden in den äußeren Wandungen der äußeren Abteile eingeschnitten, wodurch die Möglichkeit gegeben wurde, Beobachtungen zu machen und festzustellen, ob Licht eine anlockende Wirkung auf die ♂♂ ausübt. Um 9^h abends wurde ins mittlere Abteil ein ♂ im Alter von 3^h gesetzt, während unweit der Fensteröffnungen der äußeren Abteile, die mit Drahtnetz verschlossen waren, in der einen Abteilung das Abdomen eines 2^h alten ♀, in der anderen — dessen Flügel angebracht wurden. Ungefähr 2 Minuten nachdem das ♂ in der mittleren Abteilung untergebracht worden war, wanderte es ins Abteil mit dem ♀-Abdomen. Der Versuch wurde dreimal mit gleichem Erfolg wiederholt; dasselbe Verhalten zeigte ein ♂ im Alter von 8^h und nie wurde beobachtet, daß das ♂ sich ins Abteil mit den Flügeln des ♀ begab. Um die Wirkung des Lampenlichts auszuschließen, wurde die Schachtel mehrfach gedreht, so daß das ♀ Abdomen, bald im Schatten, bald im Licht war, ohne daß letzteres irgendeine Wirkung auf das ♂ in diesem Falle ausübte.

Bald nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe gibt der Falter mit Kraft aus der Analöffnung eine ziemlich bedeutende Menge einer trüben, schmutziggelben Flüssigkeit von sich, die Überreste des Stoffwechsels, die sich im Darm und zwar in dessen blindem Abschnitt angesammelt haben, darstellt.[1]) Eckstein bemerkte diese Absonderung bei den Faltern nach der Kopulation und nahm an, daß diese Fähigkeit nur dem ♀ zukommt. Die Flüssigkeit wird jedoch nicht nur von ♀♀, sondern auch von ♂♂ abgesondert, und wie es scheint, ebenso oft vor als nach der Copula. Wir konnten häufiger beobachten, daß die Absonderung vor der Kopulation geschah, und wir verfielen sogar auf den Gedanken, Versuche anzustellen, ob diese Flüssigkeit nicht eine anlockende Wirkung auf das ♂♂ ausübt.

[1]) Es ist notwendig zu bemerken, daß entgegen der Behauptung Ecksteins, „daß dieser Schmetterling Verdauungsorgane nicht besitzt" ein Darmsystem, wenn auch in stark reduziertem Zustand, vorhanden ist. Wenn tatsächlich kein Darm vorhanden wäre, so müßten auch Malpighische Gefäße fehlen, wie auch der „Harn", den der Autor selbst erwähnt, indem er von der Flüssigkeit spricht, die von den Faltern abgesondert wird.

Auf Grund seiner Beobachtungen am Zederspinner schreibt Kasansky dieser Flüssigkeit eine anlockende Wirkung zu und sagt direkt, daß die ♂♂ nur mit solchen ♀♀ kopulieren, die diese Flüssigkeit abgesondert haben. Diese Annahme muß jedoch verworfen werden, weil erstens die Absonderung nicht nur bei unbefruchteten, sondern auch bei befruchteten ♀♀ vorkommt, und zweitens auch bei ♂♂ zu beobachten ist. Wenn man ein unlängst ausgeschlüpftes ♀ oder ♂, deren Flügel bereits erhärtet sind, mit 2 Fingern an der Brust faßt, so sondert der Falter in den meisten Fällen diese Flüssigkeit sofort und oft in großer Menge und mit bedeutender Kraft ab. Manchmal kann wiederholte Absonderung mit Zwischenräumen von einigen Minuten beobachtet werden, oder aber sie geschieht mehrfach während der ersten 24 Stunden des Falterlebens.

Wir unternahmen eine Reihe von Wägungen von ♂♂ und ♀♀, sowie der von ihnen abgesonderten Flüssigkeitsmenge, um das absolute Gewicht der letzteren und sein Verhältnis zum Körpergewicht des Falters nach dem Ausschlüpfen festzustellen. Die Resultate sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt

Tabelle 2.

Geschlecht	Gewicht in g	Gewicht der abgesonderten Flüssigkeit	% Verhältnis zum Körpergewicht	Zeitraum zwischen ausschlüpfen und Absonderung der Flüssigkeit
Weibchen	1,8179	0,2663	14,6	nach 24h
„	1,8327	0,3055	16,6	„ „
„	1,8434	0,2688	14,5	„ „
„	2,4960	0,3668	14,7	„ „
„	2,2280	0,3180	14,2	„ „
„	2,0144	0,3300	16,4	„ „
„	2,3980	0,3450	14,4	„ „
„	2,4966	0,3976	15,9	„ „
„	2,0750	0,2200	10,6	„ „
„	2,1182	0,3434	16,2	„ „
„	2,4013	0,0998	16,9	„ 2h 10′
		0,3066		„ 24h
Männchen	0,9141	0,3239	35,4	„ „
„	0,8176	0,2057	25,1	„ 2h 20′
„	0,9466	0,4706	49,7	„ 24h
„	0,7308	0,2700	36,9	„ „

Besonders interessant sind in dieser Tabelle die Zahlen, die das Gewicht der Flüssigkeit und sein Prozentverhältnis zum Körpergewicht der ♂♂ und ♀♀ angeben. Beim ♀♀ schwankt das Gewicht der Flüssigkeit von 0,2200—0,4064 g (10,6—16,9 % des Körpergewichts). Beim ♂♂ erreicht dieses Verhältnis eine erstaunliche Höhe infolge des geringeren Körpergewichts einerseits und der großen Flüssigkeitsmenge, die jener des

♀ an Gewicht nicht nachsteht, andererseits. Wie aus der Tabelle zu ersehen, kann unter Umständen das Gewicht dieser Flüssigkeit das halbe Körpergewicht erreichen.

Eckstein unternahm Wägungen der ♀♀ vor und nach der Eiablage. Er gibt aber nicht genau an, wann er die Falter wog; daher führten wir eine Reihe von Wägungen der ♂♂ und ♀♀ sogleich nach ihrem Ausschlüpfen aus. Die entsprechenden Zahlen zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3.

Gewicht der ♀♀ und ♂♂ in abnehmender Reihenfolge.

Gewicht der ♀♀ in g			Gewicht der ♂♂ in g
2,8792	2,1182	1,8434	0,9466
2,4966	2,0804	1,8327	0,9265
2,4960	2,0750	1,8179	0,9141
2,4013	2,0442	1,8018	0,8406
2,3980	2,0385	1,7793	0,8176
2,3526	2,0144	1,7695	0,7916
2,2805	1,9904	1,6286	0,7534
2,2374	1,9532	1,6028	0,7524
2,2280	1,8708		0,7308
			0,7125

Wie aus der Tabelle ersichtlich, schwankt das Gewicht der frisch geschlüpften ♀♀ zwischen 2,8792 und 1,6028 g und beträgt im Durchschnitt 2,0781 g. Eckstein gibt etwas abweichende Zahlen: Maximum 2,52 und Minimum 0,83 g. Er wog 58 ♀♀, von denen 4 Exemplare weniger als 1 g wogen: 44 Ex. wogen 1—2 g und 10 Ex 2 g und mehr. Wir wogen nur 26 ♀♀, da diese jedoch wahllos, je nach ihrem Ausschlüpfen, genommen wurden, kann das Resultat nicht als von der Wirklichkeit abweichend angesehen werden. Alle ♀♀ waren schwerer als 1,5 g; die Zahl der ♀♀, die weniger als 2 g wogen (11 Ex.) war geringer als derjenigen, die schwerer als 2 g waren (15 Ex.). Es folgt also, daß entweder Eckstein ♀♀ gewogen hat, die bereits Flüssigkeit von sich gegeben hatten, oder daß westeuropäische, speziell deutsche Stücke des Kieferspinners kleiner und daher leichter sind als unsere. Ist diese Annahme richtig, so findet die Notwendigkeit einer Nachprüfung der Versuche Ecksteins über die Menge der von den Raupen während ihres ganzen Lebens verbrauchten Nahrung eine weitere Bestätigung. Nebenbei wurden von uns auch 10 ♂♂ gewogen, ebenfalls bald nach ihrem Ausschlüpfen. Ihr Gewicht schwankte innerhalb enger Grenzen, zwischen 0,9466 und 0,7125 g und betrug im Mittel 0,8186 g, was 39,3 % des Gewichts der ♀♀ ausmacht, die ♂♂ sind also $2^1/_2$ mal so leicht wie diese.

Eckstein wog außerdem ♀♀ auch nach der Eiablage. Seine Angaben betreffen dieselben 58 ♀♀; ihr Gewicht schwankte zwischen 0,25 und 0,98 g. Unter 15 Wägungen „leerer“ ♀♀, sowohl unbefruchteter

als befruchteter, fanden wir als geringstes Gewicht 0,2558 und höchstens 0,8140; diese Zahlen nähern sich den Angaben Ecksteins. Uns interessierte nicht nur das ursprüngliche Gewicht der Falter, sondern auch seine Abnahme während der ganzen Lebensdauer und der Verlauf dieser Abnahme bei unbefruchteten und bei befruchteten ♀♀ zusammen mit der Eiablage, ferner die Abnahme des Gewichts bei den ♂♂. Zu diesem Zweck wurden 25 Exemplare täglich gewogen, vom Augenblick ihres Ausschlüpfens bis zum Tode. Täglich wurde die Zahl der von den ♀♀ abgelegten Eier vermerkt und ihr allgemeines Gewicht. Weiter unten geben wir die Resultate einiger solcher Versuche.

Tabelle 4 (Versuch 15).

Das ♀ schlüpfte am 6. VIII. um 11h 50', wurde am 8. VIII. um 17h 45' befruchtet; ursprüngliches Gewicht 1,8708 g; legte 191 Eier ab, deren Gewicht 0,9312 g betrug; gab am 7. VIII. nach der Wägung 0,2003 g Flüssigkeit von sich.

Datum	Wägungszeit	Gewicht des ♀	Zahl der Eier	Gewicht der Eier	Gewicht eines Eies	Sonstiger Verlust
7. VIII.	19h 25'	1,8113	—	—	—	0,0595
8. VIII.	18h	1,5458	—	—	—	0,0652
9. VIII.	21h 35'	0,7032	148	0,7392	0,0050	0,1034
10. VIII.	22h 45'	0,5744	16	0,0750	0,0047	0,0538
11. VIII.	21h 55'	0,4990	9	0,0406	0,0045	0,0348
12. VIII.	20h 40'	0,4784	1	0,0040	0,0040	0,0166
13. VIII.	19h	0,4138	9	0,0392	0,0043	0,0254
14. VIII.	16h 55'	0,3624	6	0,0252	0,0042	0,0262
15. VIII.	13h 10'	0,3314	2	0,0080	0,0040	0,0230
16. VIII.	13h 45'	0,3068	0	—	—	0,0246
17. VIII.	12h 40'	0,2802	Sterbentag	—	—	0,0266

Tabelle 5 (Versuch 22).

Das ♀ schlüpfte am 9. VIII. um 22h 15', in der Nacht vom 9. auf den 10. VIII. befruchtet; ursprüngliches Gewicht 2,0750 g; legte 241 Eier ab, deren Gewicht 1,1056 g betrug; gab am 10. VIII. vor der Wägung 0,2200 g Flüssigkeit von sich.

Datum	Wägungszeit	Gewicht des ♀	Zahl der Eier	Gewicht der Eier	Gewicht eines Eies	Sonstiger Verlust
10. VIII.	19h 10'	1,8420	—	—	—	0,0130
11. VIII.	22h 10'	1,0274	127	0,6220	0,0049	0,1926
12. VIII.	21h	0,8532	31	0,1404	0,0045	0,0338
13. VIII.	19h 20'	0,7552	13	0,0570	0,0044	0,0410
14. VIII.	17h 25'	0,6600	18	0,0774	0,0041	0,0178
15. VIII.	13h 30'	0,5660	14	0,0594	0,0042	0,0346
16. VIII.	14h 15'	0,4708	16	0,0654	0,0041	0,0298
17. VIII.	13h 5'	0,3812	13	0,0504	0,0040	0,0392
18. VIII.	15h 35'	0,3558	3	0,0112	0,0037	0,0142
19. VIII.	11h 20'	0,3154	3	0,0116	0,0038	0,0288
20. VIII.	13h 55'	0,2770	3	0,0108	0,0036	0,0276
21. VIII.	12h 10'	0,2558	Sterbentag	—	—	0,0212

Tabelle 6 (Versuch 23).

Das ♀ schlüpfte am 9. VIII. um 22h 15′; befruchtet in der Nacht vom 10. auf den 11. VIII.; ursprüngliches Gewicht 2,1182 g; legte 200 Eier ab, deren Gewicht 1,0404 g betrug; gab am 10. VIII vor der Wägung 0,3434 g Flüssigkeit von sich.

Datum	Wägungs-zeit	Gewicht des ♀	Zahl der Eier	Gewicht der Eier	Gewicht eines Eies	Sonstiger Verlust
10. VIII.	20h	1,7498	—	—	—	0,0250
11. VIII.	18h 50′	1,7226	—	—	—	0,0272
12. VIII.	17h	1,0070	107	0,6088	0,0057	0,1068
13. VIII.	21h 30′	0,7628	38	0,1928	0,0051	0,0514
14. VIII.	17h 40′	0,6760	15	0,0716	0,0048	0,0152
15. VIII.	13h 50′	0,5932	11	0,0492	0,0045	0,0336
16. VIII.	14h 30′	0,5380	10	0,0450	0,0045	0,0102
17. VIII.	13h 20′	0,4766	7	0,0290	0,0041	0,0324
18. VIII.	15h 45′	0,4398	7	0,0278	0,0039	0,0090
19. VIII.	11h 25′	0,4160	2	0,0074	0,0037	0,0164
20 VIII.	14h	0,3928	3	0,0088	0,0029	0,0144
21. VIII.	12h 15′	0,3754	Sterbentag	—	—	0,0174

Aus den angeführten 3 Tabellen, die das Leben befruchteter ♀♀ illustrieren, ist zu ersehen, daß der größte Gewichtsverlust auf die abgelegten Eier fällt (49,8%, 53,2% und 49,1%); ein etwas geringerer Prozentsatz wird durch andere Prozesse, die mit der Lebenstätigkeit verknüpft sind, verbraucht; das Gewicht des toten ♀ ist so gering, daß sich seine Zahl dem Gewicht der nach dem Ausschlüpfen abgesonderten Flüssigkeit stark nähert. Interessant ist das plötzliche Anwachsen der vitalen Verluste am ersten Tage der Eiablage; weiter sinken die Verluste und werden gleichmäßiger.

Es folgen nun 4 Beispiele aus dem Leben unbefruchteter ♀♀.

Tabelle 7 (Versuch 24).

Das ♀ schlüpfte am 12. VIII. um 17h 45'; ursprüngliches Gewicht 2,2374 g; legte 225 Eier ab, deren Gewicht 1,0664 g betrug; sonderte 0,1630 g Flüssigkeit ab.

Datum	Wägungs-zeit	Gewicht des ♀	Zahl der Eier	Gewicht der Eier	Gewicht eines Eies	Sonstiger Verlust
13. VIII.	19h 45'	2,0424	—	—	—	0,0320
14. VIII.	17h 50'	1,8730	—	—	—	0,0324
15. VIII.	13h 55'	1,8408	—	—	—	0,0322
16. VIII.	14h 40'	1,8188	1	0,0060	0,0060	0,0160
17. VIII.	13h 30'	1,7686	5	0,0254	0,0051	0,0248
18. VIII.	15h 50'	1,6792	15	0,0802	0,0053	0,0092
19. VIII.	11h 40'	1,5580	18	0,0954	0,0052	0,0258
20. VIII.	14h 10'	1,4090	21	0,1096	0,0052	0,0394
21. VIII.	12h 25'	1,3304	15	0,0770	0,0051	0,0016
22. VIII.	12h 35'	1,2182	17	0,0844	0,0050	0,0278
23. VIII.	12h 20'	1,0854	20	0,0986	0,0049	0,0342
24. VIII.	10h 20'	0,8895	35	0,1668	0,0048	0,0291
25. VIII.	19h 50'	0,6345	44	0,1990	0,0045	0,0560
26. VIII.	11h 30'	0,5512	16	0,0644	0,0040	0,0189
27. VIII.	14h 30'	0,4894	9	0,0310	0,0034	0,0308
28. VIII.	18h	0,4414	5	0,0172	0,0034	0,0308
29. VIII.	22h	0,4038	3	0,0086	0,0029	0,0290
30. VIII.	22h	0,3634	1	0,0028	0,0028	0,0376
31. VIII.	11h	0,3462	—	—	—	0,0172
1. IX.	12h	0,3210	—	—	—	0,0252
2. IX.	12h	0,2566	Sterbentag	—	—	0,0644

Tabelle 8 (Versuch 16).

Das ♀ schlüpfte am 6. VIII. um 11h 30'; ursprüngliches Gewicht 2,3980 g; legte 124 Eier ab, deren Gewicht 0,6882 g betrug; sonderte 0,3450 g Flüssigkeit ab.

7. VIII.	21h	2,0330	—	—	—	0,0200
8. VIII.	15h	2,0142	—	—	—	0,0188
9. VIII.	22h 15'	1,9642	4	0,0206	0,0052	0,0294
10. VIII.	22h 55'	1,9034	7	0,0372	0,0053	0,0236
11. VIII.	22h	1,8758	2	0,0114	0,0057	0,0162
12. VIII.	20h 50'	1,8602	0	—	—	0,0156
13. VIII.	12h	1,8516	0	—	—	0,0086
14. VIII.	17h 10'	1,7610	8	0,0452	0,0057	0,0454
15. VIII.	13h 20'	1,7350	2	0,0116	0,0058	0,0144
16. VIII.	13h 50'	1,6868	5	0,0282	0,0056	0,0200
17. VIII.	12h 50'	1,6068	6	0,0332	0,0055	0,0468
18. VIII.	15h 25'	1,5718	4	0,0222	0,0055	0,0128
19. VIII.	11h 10'	1,4768	10	0,0572	0,0057	0,0378
20. VIII.	13h 40'	1,3498	16	0,0902	0,0056	0,0368
21. VIII.	11h 50'	1,1032	35	0,1954	0,0056	0,0512
22. VIII.	12h 15'	0,9174	24	0,1304	0,0054	0,0554
23. VIII.	12h 05'	0,8792	1	0,0054	0,0054	0,0328
24. VIII.	10h 10'	0,8585	0	—	—	0,0207
25. VIII.	19h 40'	0,8140	Sterbentag	—	—	0,0445

Tabelle 9 (Versuch 25).

Das ♀ schlüpfte am 12. VIII. um 18h 40'; ursprüngliches Gewicht 1,8330 g; legte 171 Eier ab, deren Gewicht 0,8813 g betrug; sonderte 0,3002 g Flüssigkeit vor der Wägung am 13. VIII. ab. In der Nacht vom 29. auf den 30. VIII. ist es gestorben.

Datum	Wägungs-zeit	Gewicht des ♀	Zahl der Eier	Gewicht der Eier	Gewicht eines Eies	Sonstiger Verlust
13. VIII.	19h 50'	1,5198	—	—	—	0,0130
14. VIII.	17h 50'	1,5002	—	—	—	0,0196
15. VIII.	14h	1,4246	9	0,0516	0,0057	0,0240
16. VIII.	14h 50'	1,2892	21	0,1210	0,0057	0,0144
17. VIII.	13h 40'	1,1638	19	0,1074	0,0056	0,0180
18. VIII.	16h	0,9380	36	0,2018	0,0056	0,0240
19. VIII.	11h 50'	0,9076	0	—	—	0,0304
20. VIII.	14h 30'	0,7756	18	0,0958	0,0053	0,0362
21. VIII.	12h 35'	0,7338	6	0,0304	0,0050	0,0114
22. VIII.	12h 45'	0,6320	14	0,0710	0,0050	0,0308
23. VIII.	12h 40'	0,5052	18	0,0874	0,0048	0,0394
24. VIII.	10h 30'	0,3835	22	0,0895	0,0040	0,0322
25. VIII.	19h 55'	0,3348	6	0,0218	0,0036	0,0269
26. VIII.	11h 30'	0,3238	0	—	—	0,0110
27. VIII.	15h 50'	0,3100	0	—	—	0,0138
28. VIII.	18h	0,2902	0	—	—	0,0198
29. VIII.	22h	0,2734	2	0,0036	0,0018	0,0132

Tabelle 10 (Versuch 1).

Das ♀ schlüpfte am 1. VIII. um 20h 20'; ursprüngliches Gewicht 1,8179 g; legte 208 Eier ab, deren Gewicht 0,9355 g betrug; sonderte am 2. VIII. vor der Wägung 0,2663 g Flüssigkeit ab.

2. VIII.	20h 45'	1,5374	—	—	—	0,0140
3. VIII.	20h	1,5232	—	—	—	0,0144
4. VIII.	18h 30'	1,4560	11	0,0530	0,0048	0,0142
5. VIII.	13h 50'	1,3750	14	0,0640	0,0046	0,0170
6. VIII.	12h 20'	1,2851	18	0,0797	0,0044	0,0102
7. VIII.	18h 35'	1,1051	31	0,1370	0,0044	0,0430
8. VIII.	12h 15'	0,9750	25	0,1142	0,0045	0,0159
9. VIII.	18h 20'	0,8214	26	0,1172	0,0045	0,0364
10. VIII.	19h 40'	0,6558	29	0,1376	0,0047	0,0280
11. VIII.	20h 40'	0,5714	13	0,0600	0,0046	0,0244
12. VIII.	18h 50'	0,4928	12	0,0570	0,0047	0,0216
13. VIII.	15h 10'	0,4188	15	0,0606	0,0040	0,0134
14. VIII.	14h 50'	0,3788	5	0,0206	0,0041	0,0194
15. VIII.	10h 30'	0,3424	6	0,0236	0,0039	0,0128
16. VIII.	11h	0,3162	2	0,0078	0,0039	0,0184
17. VIII.	10h 50'	0,3006	0	—	—	0,0156
18. VIII.	14h 10'	0,2728	1	0,0032	0,0032	0,0246
19. VIII.	10h 25'	0,2564	Sterbentag	—	—	0,0164

Dasselbe sehen wir auch bei unbefruchteten ♀♀; nur ein ♀ (Versuch 16) zeigte ein abweichendes Verhalten, indem es bedeutend weniger Eier ablegte, weshalb sein Kadaver ein im Verhältnis zu den übrigen ♀♀ sehr hohes Gewicht zeigte. Schließen wir dieses Exemplar aus, so schwankt in 14 beobachteten Fällen das Gewicht des Kadavers zwischen 11,6 und 21,4 % (im Durchschnitt 15,7 %) des ursprünglichen Gewichts. Was den mit der Lebenstätigkeit verbundenen Verlust (Rubrik „Sonstiger Verlust") anbelangt, so war er in den 15 gemessenen Fällen recht beständig und schwankte zwischen 18,3—27,4 %. Das plötzliche Steigen, welches wir bei befruchteten ♀♀ sahen, ist hier garnicht zu beobachten.

Zur besseren Übersicht folgt eine Tabelle, in welcher die hauptsächlichen Angaben aus allen früher angeführten Tabellen zusammengestellt sind (Tabelle 4—10).

Tabelle 11.

Nr. der Versuche	Ursprüngliches Gewicht	Verluste vom ursprünglichen Gewicht in %				
		Abgesonderte Flüssigkeit	Abgelegte Eier	Lebens-tätigkeit	Kadaver	Summe
15	1,8708	10,7	49,8	24,5	15,0	100 %
22	2,0750	10,6	53,2	23,8	12,4	„
23	2,1182	16,2	49,1	16,9	17,8	„
1	1,8179	14,6	51,4	19,9	14,1	„
16	2,3980	14,4	28,7	22,9	34,0	„
24	2,2374	13,4	47,6	27,4	11.6	„
25	1,8330	16,4	48,0	20,6	15,0	„

Wenden wir uns nun zu den ♂♂ und betrachten wir 3 Fälle, um den Gang ihrer Gewichtsabnahme während der ganzen Lebenszeit zu verfolgen.

Tabelle 12 (Versuch 2).

Datum	Wägungszeit	Gewicht des ♂	Verlust in 24 Stunden
6. VIII.	$16^h\ 45'$	0,9141	
7. VIII.	$18^h\ 50'$	0,5502	0,0400
8. VIII.	18^h	0,5010	0,0492
9. VIII.	$18^h\ 35'$	0,4664	0,0346
10. VIII.	$19^h\ 50'$	0,4294	0,0370
11. VIII.	$18^h\ 30'$	0,4176	0,0118
12. VIII.	$17^h\ 45'$	0,3844	0,0332
13. VIII.	12^h	0,3762	0.0082
14. VIII.	$14^h\ 55'$	0,3590	0,0172
15. VIII.	$10^h\ 40'$	0,3504	0,0086
16. VIII.	$11^h\ 15'$	0,3352	0,0152
17. VIII.	$10^h\ 50'$	0,3258	0,0094
18. VIII.	$14^h\ 15'$	0,2976	Sterbentag

Am 7. August wurden 0,3239 g Flüssigkeit ausgestoßen. Stellt man alle Verluste in % dar, so fallen auf die abgesonderte Flüssigkeit 35,4 % des Gewichts, auf die Lebenstätigkeit 31,8 % und den Kadaver 32,8 %.

Tabelle 13 (Versuch 3).

Datum	Wägungszeit	Gewicht des ♂	Verlust in 24 Stunden
7. VIII.	12h 40'	0,8176	—
8. VIII.	12h 25'	0,5646	0,0473
9. VIII.	19h	0,5158	0,0488
10. VIII.	20h 30'	0,4886	0,0272
11. VIII.	20h 10'	0,4714	0,0172
12. VIII.	17h 15'	0,4502	0,0212
13. VIII.	15h 30'	0,4332	0,0170
14. VIII.	14h 55'	0,4120	0,0212
15. VIII.	10h 45'	0,3974	0,0146
16. VIII.	11h 20'	0,3790	0,0184
17. VIII.	10h 55'	0,3658	0,0132
18. VIII.	14h 20'	0,3456	0,0202
19. VIII.	10h 30'	0,3314	0,0142
20. VIII.	13h	0,3146	0,0168
21. VIII.	11h 10'	0,2986	0,0160
22. VIII.	11h 40'	0,2792	0,0194
24. VIII.	11h 30'	0,2630	0,0162
24. VIII.	9h 40'	0,2457	0,0173

Am 7. August wurden 0,2057 g Flüssigkeit ausgestoßen. Dieses ♂ lebte 16 Tage: seine Gewichtsverluste in % betragen: die abgesonderte Flüssigkeit 25,1 %, Verluste durch die Lebenstätigkeit 44,9 %; Gewicht des Kadavers 30 %.

Tabelle 14 (Versuch 19).

9. VIII.	17h 30'	0,7208	
10. VIII.	23h 10'	0,4499	0,0109
11. VIII.	19h	0,4346	0,0153
13. VIII.	20k	0,4024	0,0322
14. VIII.	17h 20'	0,3810	0,0214
15. VIII.	13h 25'	0,3608	0,0202
16. VIII.	14h	0,3478	0,0130
17. VIII.	13h	0,3246	0,0232
18. VIII.	15h 30'	0,3152	0,0094
19. VIII.	11h 15'	0,3040	0,0112
20. VIII.	13h 50'	0,2932	0,0108
21. VIII.	12h	0,2814	0,0118
22. VIII.	12h 30'	0,2730	0,0084
23. VIII.	12h 15'	0,2536	0,0194
24. VIII.	10h 15'	0,2423	0,0113
25. VIII.	19h 45'	0,2276	0,0147
26. VIII.	11h 20'	0,2234	0,0042
27. VIII.	14h 30'	0,2142	0,0092

Dieses ♂ lebte 17 Tage, sonderte zum 10. August 0,2700 g Flüssigkeit ab; Gewichtsverluste: Flüssigkeit 36,9 %, Lebenstätigkeit 33,8 %, Kadaver 29,3 %.

Die bedeutenderen Gewichtsverluste der ♂♂ während der ersten Tage in den Versuchen 2 und 3 im Vergleich zu Versuch 19 weisen darauf hin, daß das Ausstoßen der Flüssigkeit bei ihnen zu geringen Portionen auch nach dem ersten Tage geschah, was auch tatsächlich mehrmals beobachtet wurde, es war aber nicht möglich, so geringe Verluste zu kontrollieren. Vergleichen wir den Gewichtsverlust der ♂♂ und ♀♀ miteinander, so sehen wir, daß die ♂♂ relativ viel mehr Flüssigkeit ausstoßen als die ♀♀ (durchschnittlich 32,5 %), ebenso ist das Gewicht ihres Kadavers doppelt so groß, als bei den ♀♀ (32,8 %, 30 % und 29,3 %). Was die Verluste durch Lebenstätigkeit anbelangt, so sind sie bei den ♂♂ viel höher, was natürlich mit deren größerer Beweglichkeit im Zusammenhang steht. Während des größten Teils des Abends und teils auch nachts fliegen sie andauernd im Käfig herum und schlagen gegen die Wandungen, wobei viel Muskelenergie verbraucht wird. Es ist möglich, daß unter natürlichen Bedingungen ein so großer Verlust wie bei unseren ♂♂ (31,8 %, 44,9 % und 33,8 %) nicht vorkommt, oder aber — was uns wahrscheinlicher erscheint — daß eine so große Menge freigewordener Energie ökonomischer verbraucht wird, was sich in konkreter Form als Verlängerung der Lebensperiode äußern kann.

Im Zusammenhang mit den oben berührten Fragen beschlossen wir den Versuch zu machen, die Trockensubstanz des Falterkörpers zu erhalten und die Quantität der Asche bei ♂♂ und ♀♀ zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurden 3 befruchteten ♀♀ aus den Versuchen 23, 15 und 22, die ihre Eier abgelegt hatten sowie 2 ♂♂ aus den Versuchen 2 und 3. Die Resultate der Analysen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 15.

Geschlecht	Ursprüngl. Gewicht	Gewicht des Kadavers	Gewicht der Trocken-Substanz	% Verhältnis d. Tr.-Subst z. urspr. Gewicht	Gewicht der Asche	% Verhältnis d. Asche z. ursprüngl. Gew.
♀	2,1182	0,3754	0,1182	5,6	0,0074	0,3
„	1,8708	0,2802	0,1076	5,7	0,0066	0,3
„	2,0750	0,2558	0,1012	4,9	0,0054	0,29
♂	0,9141	0,2976	0,1740	19,0	0,0102	1,1
„	0,8176	0,2457	0,1324	16,2	0,0070	0,9

Beachten wir die Trockensubstanz der ♀♀ und ♂♂, so fällt der scharfe Gegensatz im Wassergehalt bei beiden Geschlechtern ins Auge. Die ♀♀ zeichnen sich durch sehr hohen Wassergehalt aus, der 95 % erreicht, während die ♂♂ „wasserärmer“ sind. Es ist sehr möglich, daß die Ent-

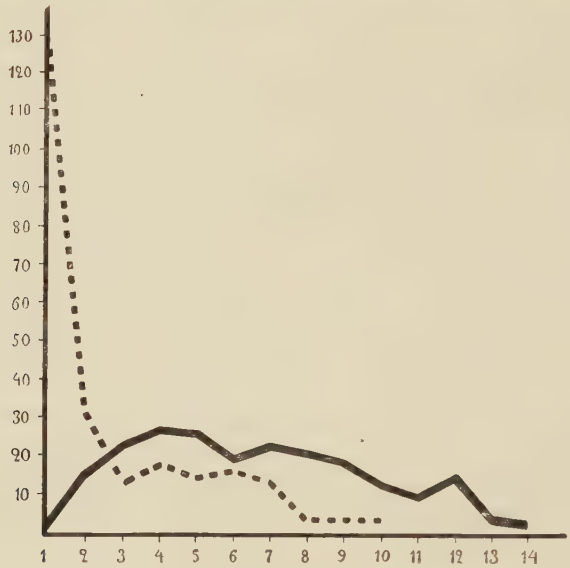
wässerung nicht bis zu Ende geführt worden war, da das Trocknen nicht im Trockenschrank, sondern auf dem Wasserbade vorgenommen wurde. Trotzdem ist anzunehmen, daß der Prozentsatz der trockenen Substanz dem tatsächlichen doch recht nahe kommt. Bestätigt wird diese Annahme durch den Umstand, daß die ♂♂ ungefähr das Dreifache an Asche im Vergleich zu den ♀♀, enthalten; im gleichen Verhältnis steht auch die Quantität der trockenen Substanz bei ihnen zur trockenen Substanz der ♀♀. Es ist anzunehmen, daß dieser hohe Prozentsatz davon abhängt, daß beim ♂ die Menge des Chitins relativ größer ist als beim ♀, was auch durch den Vergleich des Gewichts der trockenen Substanz beim ♂ und ♀ bestätigt wird. Trotzdem das ursprüngliche Gewicht beim ersteren nur halb so groß ist, ist die Menge der trockenen Substanz bedeutend größer.

Befruchtete ♀♀ beginnen bald nach der Kopulation mit der Eiablage, und gewöhnlich wird während der nächsten 24 Stunden die Hauptmenge der Eier abgelegt. Im Laufe der nachfolgenden Tage nimmt die Eiablage allmählich ab, und nachdem das letzte Ei abgelegt ist, stirbt das ♀ entweder am selben Tage oder am darauffolgenden; sehr selten bleibt es 2 Tage am Leben. Die Periode der Eiablage dauert meist 7—10 Tage. Zu beachten ist die Tatsache, daß die am ersten Tage produzierten Eier fast stets am größten sind, späterhin sinkt ihr Gewicht allmählich, manchmal sogar sehr bedeutend (vgl. Tabelle 4—10). So wogen z. B. bei einem befruchteten ♀ die am ersten Tage abgelegten Eier 6 mg, die letzten Eier — nur 2,9 mg. Das gleiche Bild sehen wir in verstärktem Maße bei unbefruchteten ♀♀. In einem Falle legte ein solches Eier ab, deren Gewicht von 5,2 mg auf 1,6 mg sank. Überhaupt schwankt das Gewicht des Eies wie auch seine Dimensionen recht stark: nach unseren Beobachtungen betrug das höchste Gewicht eines Eies 6 mg, das niedrigste — 1,6 mg.

Die Eiablage verläuft bei unbefruchteten ♀♀ auf etwas andere Weise als bei befruchteten. Sie beginnen gewöhnlich nicht früher als nach Ablauf von 24 Stunden, meist sogar erst nach 2×24 Stunden mit der Eiablage und produzieren in den ersten Tagen wenig Eier; allmählich steigt die Zahl der täglich abgelegten Eier, um später wieder zu fallen, oder die Eiablage hört mehr oder weniger plötzlich auf. Das Gesagte tritt bei Betrachtung der Tabellen 7—10 (Versuche 24, 16, 25 und 1) sowie der beigefügten Kurven deutlich hervor (s. Abb.). Man gewinnt den Eindruck, daß unbefruchtete ♀♀ gleichsam die Eiablage verzögern und ihren Vorrat an Eiern in kleinen Partien ablegen. Offenbar kann diese Erscheinung so erklärt werden, daß im gegebenen Fall der Impuls zur Eiablage fehlt, der beim ♀ nach der Befruchtung entsteht. Es kommt vor, daß unbefruchtete ♀♀ sterben, wobei in ihren Eierstöcken noch eine recht bedeutende Eizahl vorhanden ist (vgl. Versuch 16). Ein unbefruchtetes eierlegendes ♀ verhält sich zur Begattung nicht ablehnend, wonach es normale Eier abzulegen beginnt.

Um den Gewichtsverlust, den die Eier mit der fortschreitenden Entwicklung des Keimes erleiden, zu kontrollieren, unternahmen wir eine Reihe täglicher Wägungen und erzielten folgendes Resultat. Im Versuch 23 wogen die Eier anfangs je 5,69 mg, vor dem Auskriechen der Raupen nur 4,87 mg, der Gewichtsverlust betrug also 0,82 mg oder 14,4 %. In einem anderen Fall (Versuch 22) verloren die Eier je 0,59 mg bei ursprünglichem Gewicht von 4,9 mg, wogen also 4,31 mg, der Verlust betrug also 12,1 %.

Eckstein bemerkte als erster die interessante Erscheinung, die beim Auskriechen der Raupen zu beobachten ist: aus Eiern, die an ein und dem-



Eiablage bei befruchteten (- - - -) und unbefruchteten (——) Weibchen *Dendrolimus pini*.

selben Tage abgelegt worden sind, kriechen die Raupen nicht im Laufe eines Tages aus, wie zu erwarten wäre, sondern im Laufe von 3—4 Tagen beim ersten Gelege; späterhin verringert sich die Zeitspanne des Auskriechens, und die Raupen der letzteren Gelege schlüpfen meist an einem Tage. Da zwischen dem Zeitraum des Auskriechens der Raupen und der Größe der Eier direkte Abhängigkeit besteht, ist es unserer Ansicht nach zulässig, diese Erscheinung durch die verschiedene Größe der Eier zu erklären, so daß kleine Eier, die also weniger Nährstoff enthalten, sich rascher entwickeln als große. Dieses findet auch in folgendem Umstand eine Bestätigung. Bekanntlich fressen die Raupen des Kieferspinners nach ihrem Auskriechen einen Teil des Chorions. Nach unseren Beobachtungen fressen Raupen, die aus großen Eiern auskrochen, nur einen Teil ihres Chorions, während Raupen aus geringeren und ganz kleinen Eiern meist die ganze Eischale verzehren und zwar sehr bald nach dem

Auskriechen. Zweifellos weist dieser Umstand darauf hin, daß der Darm kleinerer Raupen zur Zeit ihres Auskriechens keine Nährstoffe mehr enthält.

Auf Grund seiner Beobachtungen kommt Eckstein zum Schluß, daß beim Kieferspinner von den abgelegten Eiern durchschnittlich nur 82% Raupen ergeben. Wir haben uns mit dieser Frage nicht speziell beschäftigt: die wenigen diesbezüglichen Erfahrungen, die wir sammelten, geben uns kein Recht, diese Behauptung zu widerrufen, zeigen aber, daß ein so bedeutendes Absterben der Eier durchaus nicht immer stattfindet. Von 4 wahllos herausgegriffenen Fällen nähert sich nur einer dem Befunde Ecksteins; die übrigen weichen bedeutend ab.

Tabelle 16.

Zahl der Eier im Gelege	Zahl der ausgekrochenen Raupen	Prozent der abgestorbenen Eier
163	134	17,8
191	190	0,5
241	239	0,8
200	179	10,5

Es ist also klar, daß manche Gelege sich fast vollständig entwickeln können und daß der Prozentsatz des Auskriechens von vielen Ursachen abhängt, vor allem aber vom Gesundheitszustand der Falter. Es ist sehr möglich, daß eine Vergrößerung des Prozentsatzes unbefruchteter Eier auch von der Fähigkeit der ♂♂, mehrfach zu kopulieren, abhängt, was in solchen Fällen negativ auf die Zahl befruchteter Eier einwirkt. Einen ähnlichen Fall sehen wir in der oben angeführten Tabelle, nämlich den letzten Fall, wo das ♂ zum zweitenmal kopulierte. Hier ist die Zahl der Eier, die sich nicht entwickelten, schon ziemlich hoch: sie gleicht 10,5%, aber sie ist dennoch geringer als im ersten Fall, wo ♂ und ♀ zum erstenmal kopulierten, während die Nachkommenschaft aus unbekannten Gründen zu 17,8% nicht zur Entwicklung kam.

In Ecksteins Arbeit finden wir in Tabelle 2 und 3 Angaben über die Zahl der von befruchteten und nicht befruchteten ♀♀ abgelegten Eier und über die Lebensdauer von ♂ und ♀, sowohl jungfräulicher Exemplare als auch solcher, die kopulierten. Nach seinen Angaben lebten befruchtete ♀♀ im Jahre 1906 8—12 Tage, im Jahre 1907 11—14 Tage; ♂♂, die kopulierten, lebten im Jahre 1906 9—12 Tage, im Jahre 1907 11—16 Tage. Da die Veränderung der Lebensdauer der ♂♂ und ♀♀ in diesen Jahren ganz augenfällig ist, wäre es interessant, den Grund festzustellen, der die größere Lebensdauer der Falter im Jahre 1907 bedingte. Es ist sehr möglich, daß die niedrigere Temperatur des Sommers 1907 hier eine Rolle spielte. Was jungfräuliche ♀♀ und ♂♂ anbetrifft, so war nach Eckstein ihre Lebensdauer folgende: ♀♀ 8—20 Tage, ♂♂ 6 bis 15 Tage.

Unsere Beobachtungen teilten wir in 2 Gruppen: zur ersten dienten Falter, die während der ersten Hälfte des Juli schlüpften, zur zweiten solche, die in der ersten Hälfte des August schlüpften. Die Resultate finden sich in nachfolgender Tabelle:

Tabelle 17.

Mittlere Lebensdauer der Falter in Tagen im Juli				Mittlere Lebensdauer der Falter in Tagen im August			
♀♀		♂♂		♀♀		♂♂	
jungfräulich	befruchtet	jungfräulich	kopuliert	jungfräulich	befruchtet	jungfräulich	kopuliert
10,7	9,3	10,7	10 8	15,6	11,0	13,5	13,5

Aus dieser Tabelle kann der Schluß gezogen werden, daß die Befruchtung das Leben der ♀♀ im Vergleich mit jungfräulichen verkürzt; auf die ♂♂ wirkt die Kopulation nicht derart ein. Ferner tritt der Unterschied in der Lebensdauer im Juli und im August deutlich hervor: die Juliexemplare erwiesen sich als kurzlebiger als die Augustexemplare. Unter der Voraussetzung, daß dieser Unterschied durch die Temperaturdifferenz im Juli und August bedingt sei, wandten wir uns zu den mittleren Temperaturen dieser Monate. Es erwies sich, daß in der Tat die Differenz zwischen denselben recht bedeutend war: die mittlere Temperatur im Juli betrug 19,8°, im August 16,7°. Die höchste Lebensdauer jungfräulicher ♂♂ und ♀♀ steht der von Eckstein angegebenen sehr nahe: bei den ♀♀ betrug sie ebenfalls 20 Tage, bei ♂♂ war sie etwas größer, nämlich 17 Tage.

Zum Schluß behandeln wir einige Angaben über den Befall der Puppen des Kieferspinners, die wir aus dem Forstbezirk Donetzkoje erhielten, durch Parasiten. Ein Teil der Kokons war eigens zur Anzucht von Faltern gesammelt worden und enthielt daher nur gesunde Puppen, der andere bestand aus nicht sortierten Kokons und konnte daher zur Bestimmung des Parasitenbefalls verwandt werden. Leider bestand dieser Teil aus nur 269 Stück, so daß auf genaue Feststellung des Prozentes des Parasitenbefalles nicht gerechnet werden konnte, indessen gab auch dieses unbedeutende Material einige Vorstellung von der Tätigkeit der Tachinen im Bezirk Donetzkoje. Ein Teil der Tachinenmaden war schon während des Transports zum Vorschein gekommen, denn am 4. Juli konnten nach Erhalt der Kokons 49 Tachinenkokons und 15 Larven ausgesucht werden. Weiterhin dauerte das Auskriechen der Larven bis zum 15. Juli. Im ganzen krochen 115 Larven aus. Die Larven verlassen die Kokons des Kieferspinners durch deren Enden, wo das Gespinst am lockersten ist und den Larven kein Hindernis bietet. Vom 13. Juli an schlüpften die Fliegen aus, das Ausschlüpfen dauerte bis zum 22. Juli. Im ganzen er-

hielten wir 49 Fliegen, der übrige Teil der Tönnchenpuppen blieb den Winter über liegen. Von 269 Kokons des Kieferspinners waren 103 von Tachinen befallen, was 38,3% ausmacht. Die Tachinen erwiesen sich größtenteils als *Tachina lavarum* L. und *T. fallax* Mg.,[1]) seltener war *Agria affinis* Fall. und nur je 1 Exemplar *Sturmia bimaculata* Htg. und *Pollenia rudis* F. Das Auftreten letzterer Art ist überraschend, da sie, soweit uns bekannt, nur Parasit des Regenwurmes ist. Wir erwähnen diese Tatsache mit Vorbehalt, da es immerhin nicht ausgeschlossen ist, daß die Larve dieser Fliege zufällig zusammen mit den Kieferspinnerkokons eingesammelt worden ist.

Literatur.

Eckstein, K., Beiträge zur Kenntnis des Kiefernspinners *Lasiocampa pini* L. Zool. Jahrbücher. Bd. XXXI. 1911. S. 59—164.

Kazanski, K. A., Der Cederspinner (*Dendrolimus sibiricus* Tshtv.) als Waldschädling in der Burjatisch-Mongolisch Republik. La Défense des plantes. Vol. IV. Nr. 6. Leningrad 1928. S. 861—915. (Russisch.)

Schischkin, K., Beobachtungen über die Entwicklung des Kieferspinners. Petrograd 1915. S. 3—17. (Russisch.)

Serebrjanikov, A. W., Der große Kieferspinner (*G. pini*). Berichte a. d. St. Petersburger Forst-Institut. VII. 1901. (Russisch.)

Wasiliev, J., Der Kieferspinner (*D. pini*) und Cederspinner (*D. segregatus*). Arbeiten a. d. Bur. f. Entom. Bd. V. Nr. 7. St. Petersburg 1905. S. 1—103.

Urban, Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen. Jen. Zeitschr. Bd. 50. 1913.

Wolff, M., und Krauße, A., Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.

[1]) Von Herrn J. D. Belanovskij determiniert.

Beobachtungen über die Entwicklung der Eier von Anisoplia austriaca Reitt.

Von

Dr. **Johann Kerenski,** Rostow am Don.

Die Eier der Blattwespen *(Hymenoptera-Tenthredinoidea)* haben eine recht interessante Eigentümlichkeit: nach der Ablage, d. h. folglich schon außer dem Mutterorganismus quellen sie auf und vergrößern sich bedeutend im Umfange. Diese Erscheinung ist schon lange den Entomologen bekannt und sogar in solchem Umfange, daß wir darüber nicht nur auf den Seiten der Spezialliteratur über die Blattwespen, sondern auch in den Lehrbüchern der Entomologie davon lesen können.

Trotzdem wissen wir bis jetzt gar nichts über die Ursachen und Faktoren dieser auffallenden Tatsache. So sagt Enslin darüber folgendes: „Worauf diese Zunahme ihres Umfanges beruht, ist noch nicht geklärt" (E. Enslin, Die Blatt- und Holzwespen, in Chr. Schröder, Die Insekten Mitteleuropas). Dasselbe lesen wir auch bei Ed. André: „Disons enfin, que quelques oeufs (Tenthrédines, Cynipides, Formicides) ont la singulière propriété d'augmenter sensiblement de volume après la ponte. Ce phénomène manque encore d'explication suffisante" (Ed. André, Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie, F. I.).

Indessen ruft diese Erscheinung biologisch ein besonderes Interesse hervor. Worauf beruht eigentlich die Ausdehnung des Umfanges des abgelegten Eies?

Man kann vermuten, daß die Blattwespeneier mit dem Nährstoffe seitens des Mutterorganismus nicht genug gesichert werden und daß die schon abgelegten Eier, resp. die Embryonen von dem Pflanzenstoffe, von dem zufließenden Pflanzensaft ernährt werden. In diesem Falle muß man also die Zunahme des Umfanges der abgelegten Blattwespeneier auf osmotische Ernährung der Embryonen zurückführen.

Man kann andererseits vermuten, daß es hier keine so innige Abhängigkeit des entwickelnden Eies von der Pflanze gibt; es ist nicht aus-

geschlossen, daß die Ausdehnung des Umfanges der Blattwespeneier gar nicht mit der Aufnahme von irgend etwas aus der Pflanze verbunden ist. So sind einige Forscher der Ansicht, daß die Eistoffe im Entwicklungsprozesse sich in neue chemische Verbindungen verwandeln, welche einen größeren Umfang, als die allerersten Ausgangsverbindungen, annehmen. Die Ausdehnung des Eies entsteht also durch Umwandlung der Eistoffe während des Entwicklungsvorganges und nicht durch die osmotische Ernährung des Embryos.

Enslin sagt: „Manche Zoologen nehmen an, daß das Ei in dem Pflanzenorganismus als Zelle funktioniere und von dem zufließenden Pflanzensaft ernährt werde" (l. c.). Und weiter: „Andere Forscher halten es dagegen für ausgeschlossen, daß sich bei den Insekten der Embryo mittels anderer Stoffe ernähre, als solcher, wie ihm das Muttertier im Ei mitgegeben hat; sie sind der Ansicht, daß die Ausdehnung des Eies durch Umlagerung der Stoffe bei dem Wachstum des Embryos entstehe" (l. c.).

In Bischoffs „Biologie der Hymenopteren" lesen wir: „Das Ei pflegt anfangs die Tasche nicht ganz auszufüllen. Später kann es mit seinem Wachstum, das auf osmotische Nahrungsaufnahme zurückzuführen ist, die Tasche pustelartig auftreiben."

Ich hatte mich schon im Jahre 1918 davon überzeugt, daß die Ausdehnung der Blattwespeneier stets mit der Zunahme des Eigewichts verbunden ist. Ich überzeugte mich davon, daß die frisch abgelegten Eier etwas weniger als die älteren wiegen, und daß jedes Ei während des Entwicklungsvorgangs immer ein höheres Gewicht bekommt. Ich entdeckte endlich, daß diese Gewichtszunahme der Blattwespeneier nicht auf der osmotischen Ernährung der Embryos beruht, sondern durch die Aufnahme des Wassers aus den Pflanzengeweben entsteht. In meiner Monographie über die Blattwespe *Athalia colibri* Christ. habe ich alle diese Fragen ausführlich behandelt; leider ist diese Monographie bis jetzt noch nicht erschienen.

In der gegenwärtigen Arbeit will ich meine Beobachtungen über die Eieraufschwellung des Getreidekäfers, *Anisoplia austriaca* Reitt, darstellen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß nicht nur die Eier der Blattwespen, sondern auch die Eier einiger anderer Insekten sich nach der Ablage im Umfange vergrößern; manchmal vergrößern sich sogar auch die Eier, welche nicht in die Pflanzengewebe, sondern in die Erde abgelegt sind. So überzeugte ich mich, daß die Eier einiger Käfer, wie *Tropinota hirta* Poda, *Oxythyrea stictica* L., *Cetonia aurata* L., *Pentodon idiota* Hbst., *Anisoplia* sp. usw. nach der Ablage, wie die Eier der Blattwespen, sich im Umfange bedeutend vergrößern.

Die Käfer von *Anisoplia austriaca maior* Reitt. waren auf der Saat der Biologischen Station in Axaij (ein Dorf 27 km von Rostow am Don) gesammelt. Im Laboratorium wurden sie in den großen Zuchtbehältern gehalten; als Zuchtbehälter verwandt ich verschiedene geräumige Gläser,

wie z. B. große, weite Glaszylinder und alte Aquarien. Der Boden jedes Behälters wurde mit einer durchgesiebten mäßig feuchten Erde bedeckt. Als Futter für *Anisoplia* dienten Getreideähren. Die Erde in den Zuchtbehältern wurde täglich sorgsam durchgesehen (kontrolliert) und alle abgelegten Eier herausgenommen.

Als Behälter für die weitere Entwicklung dieser Eier wurden verschiedene Glasschalen und Glasdosen benutzt, deren Boden mit durchgefeuchtetem Filtrierpapier bedeckt wurde; gewöhnlich benutzte ich zu diesem Zwecke die Glasdosen, deren Glasdeckel mit einer Nute versehen und dichtschließend geschliffen ist.

Die abgelegten und herausgenommenen Eier legte man in die Glasdosen auf das Filtrierpapier und schloß dabei jede Glasdose mit dem Deckel dicht ab. Die Eier entwickeln sich ganz normal, wenn sie von Austrocknung geschützt sind und wenn das Filtrierpapier immer genug feucht bleibt.

Seit dem Jahre 1918 benutze ich diese Methode bei der Zucht von Insekten, deren Eier nach der Ablage sich im Umfange vergrößern. Auf solche Weise lasse ich immer die Eier der Blattwespen sich entwickeln, wozu sie aus den Pflanzengeweben unter dem Präpariermikroskop auspräpariert werden müssen. Die Zucht der Blattwespen ist im allgemeinen sehr schwierig; so schreibt E. Enslin: „Bei der Zucht vom Ei auf ist es vor allem notwendig, daß die Pflanzenteile, in denen die Eier liegen, ganz frisch erhalten werden; wenn die Pflanze vertrocknet, sterben in der Regel auch die Eier ab; läßt man daher Weibchen in der Gefangenschaft Eier ablegen, so wird man in der Regel kleine Bäumchen oder bewurzelte Kräuter zur Eiablage bereit stellen müssen, da sich abgeschnittene Zweige oft nicht so lange frisch erhalten lassen, als zur Entwicklung der Eier notwendig ist“ (l. c.).

Was die Blattwespenzucht anbetrifft, so halte ich meine Methode für die einfachste und sicherste, weil ich immer bei der Anwendung dieser Methode bessere Resultate, als auf andere Weise erziele.

Meine erste und Hauptaufgabe war zu erforschen, ob nicht die Umfangsausdehnung des sich entwickelnden Eies mit Gewichtszunahme begleitet wurde. Um diese Frage zu entscheiden, hatte ich folgendes Experiment unternommen, wobei ich mich bemühte, die Eier von *Anisoplia* in möglichst natürliche Bedingungen zu bringen.

Ich nahm die frisch abgelegten *Anisoplia*-Eier und ließ sie sich in der feuchten Erde entwickeln, nachdem ich vorläufig jedes Ei abgewogen habe; nach einer Woche wog ich sie noch einmal ab, und brachte sie wieder in dieselbe Erde für weitere Entwicklung; 9 Tage nach dem zweiten Abwiegen wog ich sie zum dritten Male ab.

Die Resultate dieses dreifachen Abwiegens waren folgende:

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg			Gewichtszunahme in mg	Gewichtszunahme in %
1	2,6	5,7	5,7	3,1	119,23
2	2,6	5,2	5,2	2,6	100,00
3	2,2	2,3	—	—	—
4	2,4	5,3	5,3	2,9	120,83
5	3,0	6,5	6,5	3,5	116,66
6	2,7	5,7	5 7	3,0	111,11
7	2,2	5,1	5,1	2,9	131,81
8	2,6	5,2	5,2	2,6	100,00
9	2,8	4,9	4,9	2,1	75,00
10	2,1	4,0	4,0	1,9	90,47
11	2,5	2,8	—	—	—
12	2,8	6,8	6,8	4,0	142,85
13	2,3	4,9	4,9	2,6	113,04
14	3,0	7,0	7,0	4,0	133,33
15	2,6	5,4	5,4	2,8	107,69
16	2,4	5,2	5,2	2,8	116,66
17	2,3	4,8	4,8	2,5	108,69
18	2,6	5,2	5,2	2,6	100,00
19	2,7	5,6	5,6	2,9	107,41
20	2,0	2,2	—	—	—
Daten:	2. VII.	9. VII.	18. VII.	—	—

Um mich endgültig von der Richtigkeit dieser Resultate zu überzeugen, nahm ich noch einige solche Serien von den *Anisoplia*-Eiern. Die Ergebnisse waren im allgemeinen dieselben. Die Eier der zweiten Serie wiesen folgende Gewichtszunahme auf:

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg			Gewichtszunahme in mg	Gewichtszunahme in %
1	2,0	4,2	4,2	2,2	110,00
2	2,2	4,8	4,8	2,6	118,18
3	2,8	6,0	6,0	3,2	114,28
4	2,3	4,4	4,4	2,1	91,30
5	2,8	5,9	5,9	3,1	110,71
6	2,5	4,9	4,9	2,4	96,00
7	2,6	5,6	5,6	3,0	115,38
8	2,0	2,2	—	—	—
9	2,0	4,1	4,1	2,1	105,00
10	2,1	2,2	—	—	—
11	2,5	2,8	—	—	—
12	2,5	5,4	5,4	2,9	116,00
Daten:	4. VII.	11. VII.	19. VII.	—	—

Die Eier der dritten Serie wurden nur zweimal gewogen: zum ersten Male wurden sie unmittelbar nach der Ablage und zum zweiten Male am zwölften Tage nach der Ablage gewogen. Die Resultate waren folgende:

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg		Gewichtszunahme in mg	Gewichtszunahme in %
1	2,2	4,4	2,2	100,00
2	2,3	4,9	2,6	113,04
3	2,5	5,0	2,5	100,00
4	2,5	5,4	2,9	116,00
5	2,0	—	—	—
6	3,0	6,5	3,5	116,66
7	3,0	7,0	4,0	133,33
8	2,7	5,8	3,1	114,81
9	2,6	5,7	3,1	119,23
10	2,4	5,3	2,9	120,83
Daten:	4. VII.	16. VII.	—	—

Hieraus folgende klare Folgerung: die Eier von *Anisoplia austriaca* Reitt. vergrößern sich nicht nur im Umfange, sondern weisen auch gleichzeitig eine Gewichtszunahme auf, d. h. die Umfangsausdehnung ist bei ihnen mit der osmotischen Aufnahme gewisser Stoffe aus der Erde verbunden.

Eine neue Serie meiner Experimente wurde folgendermaßen vorgenommen: die frisch abgelegten Eier von *Anisoplia* wurden gewogen und auf das vom Bodenextrakt durchfeuchtete Filtrierpapier gelegt. Die Resultate der Beobachtungen über die Entwicklung dieser Eier waren die folgenden:

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg										Gewichtszunahme in mg	Gewichtszunahme in %
1	2,7	2,7	3,3	4,7	5,8	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	3,0	111,11
2	3,0	3,0	3,3	4,4	6,3	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	3,8	126,66
3	2,2	2,2	2,4	2,5	2,8	—	—	—	—	—	—	—
4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	—	—	—	—	—	—	—
5	2,6	2,7	2,9	4,4	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	2,6	100,00
6	2,4	2,4	2,4	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—
7	2,2	2,2	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	2,6	2,8	3,9	5,3	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	3,1	119,23
9	2,6	2,8	2,8	2,9	3,4	3,6	—	—	—	—	—	—
10	2,0	2,2	2,2	2,2	2,8	—	—	—	—	—	—	—
11	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	—	—	—	—	—	—	—
12	2,4	2,5	2,7	3,9	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	2,9	120,83
13	2,0	2,1	2,2	3,4	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	3,2	160,00
14	2,3	2,5	3,7	5,0	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	2,9	126,08
15	2,4	2,6	3,1	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,1	87,50
Daten	16. 7.	17. 7.	18. 7.	19. 7.	20. 7.	21. 7.	23. 7.	24. 7.	26. 7.	28. 7.	—	—

Folglich also entwickeln sich die Eier von *Anisoplia* in dem Bodenextrakte ganz normal, wie in dem Erdboden selbst; sie vergrößern sich ebenso im Umfange und weisen ebenfalls eine Gewichtszunahme auf.

Jetzt aber entsteht die Frage, was für Stoffe es in dem Erdboden und in dem Bodenextrakte gibt, welche von den *Anisoplia*-Eiern osmotisch aufgenommen werden. Um diese Frage zu lösen, habe ich einige neue Experimente vorgenommen.

Die erste Serie derselben wurde folgendermaßen ausgeführt: ich nahm ein wenig bis zur völligen Zerstörung organischer Stoffe durchgeglühte Erde und fügte dieser Erde eine gewisse Quantität Wasser zu, ich ließ diese Mischung auf 12—15 Stunden stehen, filtrierte nachher das Wasser ab und benutzte dieses Filtrat zur Durchfeuchtung des Filtrierpapiers, auf dem die *Anisoplia*-Eier unterbrachte.

Auf Grund dieser Experimente habe ich mich davon überzeugt, daß die Eier sich ebensogut auf diesem Filtrate, wie auch im Erdboden entwickeln. Die folgende Tabelle gibt die Resultate meines Abwiegens einer solchen Serie an.

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg							Gewichtszunahme	
								in mg	in %
1	2,5	3,0	3,8	5,6	5,6	5,6	5,6	3,1	124,00
2	2,1	2,3	2,3	—	—	—	—	—	—
3	2,2	2,6	3,0	4,5	4,5	4,5	4,5	2,3	104,54
4	2.6	3,1	4,0	5,7	5,7	5,7	5,7	3,1	119,23
5	3,0	3,1	3,2	4,9	4,9	4,9	4,9	1,9	63.33
6	2,1	2,2	2,6	4,9	4,9	4,9	4,9	2,8	133,33
7	2,1	2,1	2,6	4,5	4,5	4,5	4,5	2,4	114,28
8	2,7	2,8	3,1	5,8	5,8	5,8	5,8	3,1	114,81
9	2,4	2,8	3,6	5,1	5,1	5,1	5,1	2,7	112,50
10	2,4	2,6	3,2	5,4	5,4	5,4	5,4	3,0	125,00
11	1,9	2,0	2,1	2,2	—	—	—	—	—
12	2,1	2,1	2,6	4,0	4,0	4,0	4,0	1,9	90,97
13	2,3	2,9	3,6	5,2	5,2	5,2	5,2	2,9	126,08
14	2,4	2,7	3,3	5,4	5,4	5,4	5,4	3,0	125,00
15	3,0	3,1	3,3	5,2	5,2	5,2	5,2	2,2	73,33
16	2,0	2,0	2,2	4,3	4,3	4,3	4,3	2,3	115,00
17	2,5	2,8	3.8	5,4	5,4	5,4	5,4	2,9	116,00
18	2,1	2,1	2,1	2,2	—	—	—	—	—
19	3,0	3,2	3,4	6,9	6,9	6.9	6,9	3,9	130,00
20	2.5	2.6	2,7	3,1	—	—	—	—	—
Daten	10. 7.	12. 7.	13. 7.	17. 7.	19. 7.	24. 7.	26. 7.	—	—

Also sind organische Stoffe des Erdbodens von keiner Bedeutung für die Entwicklung von *Anisoplia.*

Meine neuen Versuche wurden in solcher Weise unternommen, daß die *Anisoplia* Eier zur Entwicklung auf das mit der Ringerschen Lösung

angefeuchtete Filtrierpapier gelegt wurden. Die Eier entwickelten sich normal und zeigten die gewöhnliche Umfangs- und Gewichtszunahme, was aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg													Gewichtszunahme	
														in mg	in %
1	2,8	3,5	5,4	6,8	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	4,1	146,41
2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—
4	2,4	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	3,0	3,8	5,6	7,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	4,1	136,66
6	2,5	3,0	4,3	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	2,9	116,00
7	2,0	2,4	3,5	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	2,2	110,00
8	2,0	2,6	3,7	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	2,2	110,00
9	2,3	2,8	3,7	4,7	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	2,6	113,04
10	2,0	2,4	3,5	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	2,1	105,00
11	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	—	—	—	—	—	—	—
12	2,2	2,8	4,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	2,9	131,81
13	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—
14	2,8	3,4	5,2	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	3,1	110,71
15	2,3	2,6	3,7	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	2,1	91,30
16	2,6	2,6	2,7	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	2,1	2,8	4,2	4,8	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	2,7	128,57
18	2,0	2,7	3,5	3,8	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	1,8	90,00
19	2,5	3,0	4,2	5,2	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	2,8	112,00
20	2,2	2,6	3,8	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	2,2	100,00
21	2,2	2,8	3,8	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	2,9	131,81
22	2,1	2,3	2,4	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Daten	14. 7.	16. 7.	17. 7.	18. 7.	19. 7.	20. 7.	21. 7.	23. 7.	24. 7.	25. 7.	27. 7.	28. 7.	29. 7.		

Endlich legte ich die *Anisoplia*-Eier auf Filtrierpapier, das mit destilliertem Wasser durchgefeuchtet war, und hier entwickelten sich die Eier auch normal, wie die folgende Tabelle zeigt:

(Siehe nebenstehende Tabelle oben.)

Das Abwiegen der zweiten Serie der *Anisoplia*-Eier, welche auf dem mit destilliertem Wasser durchgefeuchteten Filtrierpapier sich entwickelten, ergab mir folgendes:

(Siehe nebenstehende Tabelle unten.)

Ich halte es für überflüssig, alle meine Tabellen anzuführen, weil die Resultate immer dieselben waren. Ich muß noch erwähnen, daß ich bei der Züchtung der Blattwespen vom Ei immer destilliertes Wasser zur Durchfeuchtung des Filtrierpapiers, auf dem die Eier gelegt werden, verwende.

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg													Gewichtszunahme	
														in mg	in %
1	3,0	3,0	3,5	4,7	6,2	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	3,6	120,00
2	3,0	3,0	3,2	3,3	3,6	4,0	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—
3	2,6	3,2	4,0	5,0	5,4	5,4	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	3,1	119,23
4	2,0	2,2	2,6	3,5	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	2,1	105,00
5	2,2	2,6	3,1	3,9	4,2	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,3	104,54
6	3,7	3,8	4,3	5,5	7,3	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	4,2	113,51
7	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2 3	2,4	2,5	—	—	—	—	—	—	—
8	2,7	2,8	3,2	3,8	5,2	5,5	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	3,1	114,81
9	2,1	2,3	2,8	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	2,1	2,1	2,5	3,5	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	2,4	114,28
11	2,1	2,2	2,7	3,7	4,7	4,7	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,9	138,09
12	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,3	—	—	—	—
13	2,3	3,0	3,8	4,6	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	2,9	126,08
14	2,2	2,4	2,6	3,5	4,7	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2	5,2	5,2	3,0	136,36
15	2,4	2,6	3,2	4,1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	2,8	116,66
16	1,9	2,2	2,8	3,5	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	2,3	121,05
17	2,0	2,0	2,1	2,7	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,0	100,00
18	2,1	2,3	2,5	2,8	2,9	3,1	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Daten	2. 7.	3. 7.	4. 7.	5. 7.	6. 7.	7. 7.	9. 7.	11. 7.	12. 7.	13. 7.	15. 7.	17. 7.	18. 7.	—	—

Nr. der Eier	Das Gewicht in mg				Gewichtszunahme in mg	Gewichtszunahme in %
1	2,5	4,4	4,9	4,9	2,4	96,00
2	2,1	3,9	4,5	4,5	2,4	114,28
3	2,3	4,3	4,8	4,8	2,5	108,69
4	2,3	4,4	5,0	5,0	2,7	117,39
5	2,6	4,3	5,2	5,2	2,6	100,00
6	2,5	2,7	2,8	—	—	—
7	2,2	4,8	5,1	5,1	2,9	131,81
8	2,2	3,8	4,6	4,6	2,4	109,09
9	2,8	5,0	5,7	5,7	2,9	103,57
10	2,3	3,0	5,4	5,4	3,1	134,78
11	2,8	4,4	4,7	4,7	1,9	67,85
12	2,7	5,6	5,7	5,7	3,0	111,11
13	2,5	3,9	4,4	4,4	1,9	76,00
14	2,1	2,2	—	—	—	—
15	2,1	3,6	4,0	4,0	1,9	90,47
Daten:	20. VII.	23. VII.	1. VIII.	3. VIII.	—	—

Die Eier von *Anisoplia* nehmen also reines Wasser, nicht aber organische Stoffe oder Salze auf. Ich glaube Grund zu haben anzunehmen, daß die Eihüllen von *Anisoplia* für einige Stoffe undurchlässig

sind. So überzeugte ich mich durch zahlreiche Versuche, daß die *Anisoplia*-Eier in der 0,25-, 0,75-, 1,0-, 2,0-, 3,0-, 3,5- und 4,0 prozent. Lösung von NaCl sich entwickeln. In der Literatur finden wir zahlreiche Angaben über die Giftigkeit der reinen Kochsalzlösung. So geraten z. B. Muskeln in einer reinen Kochsalzlösung in Zuckungen (s. Ringer u. a.); befruchtete Funduluseier gehen in reiner Kochsalzlösung zugrunde (Loeb); eine Medusenart (*Gonionemus*) wird durch reine Kochsalzlösung schnell getötet (Loeb), das Wurzelwachstum beim Weizen wird durch reine Kochsalzlösung gehemmt (Osterhout) usw.

Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die reine Kochsalzlösung auch für die *Anisoplia*-Embryonen giftig, aber die Eihülle ist für NaCl undurchlässig.

Ich beobachtete weiter die Entwicklung der *Anisoplia*-Eier noch in verschiedenen anderen Lösungen, wie in einer 2prozent. Lösung von KNO_3, in der 2prozent. Lösung von $BaCL_2$ usw.

Endlich will ich noch meiner Versuche über den Einfluß von $CuSO_4$ auf die Entwicklung der *Anisoplia*-Eier erwähnen. Die Resultate dieser Versuche sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

Nr. per Eier	Zusammensetzung des Mediums	Das Alter der Eier zu Anfang des Experiments	Zahl der sich zur Larve entwickelnden Eier	Bemerkungen
1—10	$CuSO_4$ $^1/_{100}$ m	Die Eier sind frisch abgelegt	0	
11—17	$CuSO_4$ $^1/_{100}$ m	Die Eier sind 3 Tage alt	0	Die Eier Nr. 11—17, 18 bis 22, 31—35, 47—47, 58 bis 60 entwickelten sich bis zum Anfang des Experimentes auf dem mit dem Wasser durchgefeuchteten Filtrierpapier.
18—22	$CuSO_4$ $^1/_{100}$ m	Die Eier sind 8 Tage alt	5	
23—30	$CuSO_4$ $^1/_{1000}$ m	Die Eier sind frisch abgelegt	0	
31—35	$CuSO_4$ $^1/_{000}$ m	Die Eier sind 8 Tage alt	5	
36—46	$CuSO_4$ $^1/_{50\,000}$ m	Die Eier sind frisch abgelegt	4	
47—57	$CuSO_4$ $^1/_{50\,000}$ m	Die Eier sind 3 Tage alt	6	
58—60	$CuSO_4$ $^1/_{50\,000}$ m	Die Eier sind 8 Tage alt	2	

Aus diesen Experimenten mit dem Kupfersulfat ziehen wir die Folgerungen, daß die *Anisoplia*-Eier einigen giftigen Stoffen widerstehen können und daß sie in früheren Entwicklungsstadien leichter als in späteren beschädigt werden können.

Anisoplia austriaca Reitt. (nebst einigen anderen *Anisoplia*-Arten, wie *A. cyathigera* Scop., *A. segetum* Herbst u. a.) ist einer der wich-

tigsten Schädlinge in dem Nordkaukasischen Gebiete. Zur Bekämpfung gegen die Getreidekäfer sammelt man sie durch Abstreifen der mit Käfern besetzten Ähren durch verschiedene speziell konstruierte Apparate und vernichtet die gesammelten Käfer. Diese Methode ist aber teuer und wenig wirksam. Oder man pflügt den Acker unmittelbar nach der Ernte, um die Eier und die jungen Larven durch Vertrocknen zu vernichten. Die zweite Methode ist besser. Aber nicht immer gelingt es, die Eier und die Larven durch Pflügen zu vernichten; nach meinen Beobachtungen gehen die Eier und jungen Larven nur dann zugrunde, wenn man bei dürrer Witterung pflügt. Das starke Sonnenlicht vernichtet die Eier und Larven während einiger Minuten. Aber bei nassem Wetter bleiben sie unverletzt. Die Eier entwickeln sich im Boden noch in der Tiefe von 2—3 cm und die Larven vergraben sich tiefer in den Erdboden.

An der Sonne rollen sich die jungen Larven zusammen und verbleiben in solcher Lage bis zu ihrem Tode. Die älteren Larven versuchen aber sich in die Tiefe zu vergraben und wenn dieses ihnen mißlingt, so sterben sie in kurzer Zeit.

In diesem Zusammenhang möchte ich noch einige Versuche über den Temperatur- und Feuchtigkeitseinfluß auf die *Anisoplia*-Larven hier mitteilen.

1. Versuch. 10. VIII. 12 Uhr: Temperatur 25° C, Feuchtigkeit 60 (nach Hygrograf von Richet).

Ich lege vier junge Larven in Uhrgläser.

10. VIII. 7 Uhr Nachmittag: 1 Larve ist tot; 10 Uhr Nachmittag: alle übrigen Larven sind noch lebend. 11. VIII. 9 Uhr 30 Minuten: nur eine Larve ist lebend; 10 Uhr 30 Minuten: die Larve ist lebend. Ich lasse sie sich in den Boden vergraben; 12 Uhr: die Larve ist lebend; 10 Uhr Abend: die Larve ist tot.

2. Versuch. 11. VIII. 10 Uhr: Temperatur 25° C.

Ich lege drei junge Larven in den Exsikkator mit wasserfreiem Chlorkalzium.

11. VIII. 2 Uhr: alle Larven sind lebend; 3 Uhr 30 Minuten: alle Larven liegen sich zusammenrollend; 7 Uhr Nachmittag: nur eine Larve ist lebend; 7 Uhr 30 Minuten: sie ist tot.

3. Versuch. 12. VIII. 10 Uhr 30 Minuten. Ich lege vier junge Larven in je einen kleinen Präparatenzylinder und stelle diese Zylinder in eine Flasche mit eingeschliffenem Stöpsel, auf deren Boden Chlorkalzium gelegt war. Die Flasche war in den Thermostat bei 36° gestellt. 12 Uhr 30 Minuten: 3 Larven sind tot. 2 Uhr: die letzte Larve tot.

4. Versuch. 13. VIII. 11 Uhr: 2 Larven (1 Tag alt) wurden an die Sonne gelegt. Temperatur 39—34° C. Nach 10 Minuten: die Larven sind tot.

5. Versuch. Ich lege die frisch abgelegten Eier auf das mit dem destillierten Wasser durchgefeuchtete Filtrierpapier und stelle sie in einen Thermostat bei 37° C. Alle Eier gingen zugrunde.

* * *

Das Problem der Eieraufschwellung wird im Zusammenhang mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Eihüllen der Insekten und einigen phylogenetischen Schlußfolgerungen in meiner Monographie „Athalia colibri Christ." ausführlich behandelt.

Über Nachwirkungen der Begiftung des Kiefernspanners.

Von

K. Friederichs und **P. Steiner.**

(Aus dem Entomologischem Seminar, Rostock.)

(Mit 1 Abbildung.)

Die Tatsache, daß Kiefernspannerraupen, wenn sie nicht ganz jung sind, durch Aufnahme von arsenhaltigem Giftstaub mit der Nahrung nicht mit Sicherheit getötet werden, hat bereits zu Veröffentlichungen über die Nachwirkungen des von den Raupen aufgenommenen Giftes geführt. Unsere Untersuchungen begannen 1928 und erstreckten sich nicht nur auf die begifteten Raupen selbst, sondern auch auf ihre erste Nachkommengeneration und auf die Parasiten; sie wollen nur einen Beitrag zu diesen Fragen liefern, da unser Hauptgegenstand die Parasiten an sich waren. — Alle hier genannten Orte liegen in Mecklenburg.

1. Die erste Untersuchung galt dem Schicksal der Raupen eines Bestandes (im Forstamt Neukloster), von dem der Regen das Gift nach wenigen Stunden größtenteils abgewaschen hatte. Am 15. September, nicht unmittelbar nach der Bestäubung, wurden 500 Raupen gesammelt[1]), deren Durchnittsgröße 12—20 cm betrug. Sie wurden im Institutsgarten auf einer jungen Kiefer unter einem Gazekäfig weitergezüchtet. Es gelangten 168 davon zur Verpuppung, und aus den Puppen schlüpften 12 ♂, 11 ♀ = 23 Falter. Von den Parasiten wird später die Rede sein.

Vor der Bestäubung, am 22. August, waren andere 500 Raupen daselbst gesammelt worden. Davon hatten 350 eine Durchschnittsgröße von 8—14 mm, 150 von 6—8 mm. Die beiden Gruppen wurden getrennt in gleicher Weise wie die vorigen aufgezüchtet.[2]) Von den 350 kamen 140 zur Verpuppung, von den 150 : 28, zusammen 168 Puppen. Aus den Puppen der Gruppe I schlüpften 29 ♂, 24 ♀ = 53 Falter, aus denen der Gruppe II 5 ♂, 10 ♀ = 15, zusammen aus beiden Gruppen 68 Falter.

[1]) Auf dem Baum befanden sich noch ca. 5000 lebende Raupen.

[2]) Für diese und andere Kiefernspannerzuchten waren junge, etwa brusthohe Kiefern in größerer Anzahl im Jahre vorher angepflanzt worden.

Folgerung: Von den begifteten und den unbegifteten Raupen gelangten gleich viele zur Verpuppung. Aber von den letzteren beendigten 3 mal so viele ihre Entwicklung zum Falter als von den ersteren.

Die aus begifteten Raupen entstehenden Puppen pflegen im Durchschnitt kleiner zu sein als gewöhnlich. Gemessen und gewogen haben wir sie nicht, aber die Erscheinung ist augenfällig und Voelkel hat genauere Mitteilungen darüber gemacht.[1])

Es wurden ferner 330 Puppen aus bestäubten Beständen (der Forst Dobbertin) vom 16. April 1929 ab in Puppenaufzuchtkästen aufbewahrt, um das Schlüpfen der Falter quantitativ zu untersuchen, und ebenso 1103 Puppen aus unbestäubten Teilen derselben Forst. Alle diese Puppen waren in vielen verschiedenen Jagen gesammelt worden. Aus den begifteten Puppen schlüpften 22 Falter = 6,7 %, aus den unbegifteten 172 = 15,6 %.[2]) Es haben also von den hier aufgezogenen unbegifteten Puppen zwei- bis dreimal mehr ihre Entwicklung zum Falter beendigt als von den begifteten.

2. Der zweite Versuch bezog sich auf die Frage, ob die Fortpflanzungsfähigkeit durch die Begiftung beeinträchtigt wird:

Forst Neu-Sammit. a) Ergebnisse im Wald.

Es wurden untersucht am 25. Juli 1929 die bereits leeren Eiablagen an einer zu diesem Zweck gefällten Kiefer eines Bestandes, der im Jahre zuvor mit Erfolg bestäubt worden war. Es wurden 515 Eier daran gefunden, die in kleinen Gruppen oder auch einzeln abgelegt waren, wie die folgende Tabelle zeigt. In 400 m Entfernung befand sich ein unbegifteter Bestand, in dem 2644 Eischalen an einer Kiefer gefunden wurden. Die Eier waren hier häufiger in größeren Gruppen abgelegt; die betreffenden Zahlen sind in der nebenstehenden Tabelle in Klammern angeführt.

Es verteilten sich also in dem begifteten Bestand 515 Eier auf 125 Gruppen, in dem unbegifteten 2644 auf 488 Gruppen. Das bedeutet im ersteren Fall 4,12 Eier je Gruppe, im letzteren 5,4. In dem erstgenannten Bestand waren Gruppen von nur 2 Eiern am häufigsten vertreten, in dem anderen solche von 5 Eiern. Es macht sich hier also ein gewisser, aber wenig faßbarer Unterschied in der Fruchtbarkeit der Falter bemerkbar.

b) Ergebnisse im Laboratorium.

Deutlicher war das Ergebnis, als wir 7 Spannerweibchen, die wir aus den Puppen begifteter Raupen gezüchtet hatten, mit ebensolchen Männchen im Juli 1929 paarten und ihre Eier ablegen ließen. Sie legten zusammen nur 250 Eier ab, durchschnittlich also 35—36. Andere, un-

[1]) Im Forstw. Zentralbl. 51, 1929, S. 414—419.

[2]) Die hohe Sterblichkeit auch bei den unbegifteten war zu etwa 12,1 % auf Parasiten, bei den restlichen 72,3 % darauf zurückzuführen, daß alle diese Puppen bereits einige Zeit in einem geheizten Zimmer aufbewahrt waren, bevor wir sie erhielten.

	Anzahl der Gruppen		Gesamtzahl der Eier	
mit 1 Ei	9	(15)	9	(15)
„ 2 Eiern . . .	32	(64)	64	(128)
„ 3 „ . . .	20	(65)	60	(195)
„ 4 „ . . .	19	(90)	76	(360)
„ 5 „ . . .	18	(72)	90	(360)
„ 6 „ . . .	7	(45)	42	(270)
„ 7 „ . . .	7	(29)	49	(203)
„ 8 „ . . .	6	(33)	48	(272)
„ 9 „ . . .	2	(17)	18	(153)
„ 10 „ . . .	1	(17)	10	(170)
„ 11 „ . . .	2	(14)	22	(154)
„ 12 „ . . .	1	(13)	12	(156)
„ 13 „ . . .		(6)		(78)
„ 14 „ . . .		(3)		(42)
„ 15 „ . . .	1	(3)	15	(45)
„ 18 „ . . .		(1)		(18)
„ 25 „ . . .		(1)		(25)
	Sa. 125	(488)	Sa. 515	(2644)

begiftete Puppen aus derselben Forst (Neukloster) lieferten 5 Weibchen, die 320, durchschnittlich also 64 Eier legten, und 60 weitere Weibchen aus unbegifteten Puppen (aus Dobbertin) lieferten 4700 Eier, also je Weibchen etwa 78 Eier. Die Lebensfähigkeit der Eier der begifteten Spanner wurde nicht untersucht, da wir die Eier anderweitig benötigten.

Folgerung: Die Fruchtbarkeit der Spannerweibchen aus begifteten Raupen erwies sich bei unserem allerdings nur kleinen Versuch als stark beeinträchtigt.

3. Aufzucht der Nachkommen begifteter Raupen. Es wurden zu diesem Zweck Eier in Beständen gesammelt, die 1928 begiftet waren (Neukloster). Die Eier wurden in Petrischalen getan, der Prozentsatz der tauben wurde festgestellt[1]); die ausschlüpfenden Raupen wurden auf junge Kiefern im Versuchsgarten gesetzt und in Gazebeutel eingebunden.

Auf die Kiefern wurden gesetzt A 200 Raupen am 19. September: Nachkommen begifteter Raupen, B 315 Raupen in den Tagen vom 19. bis 27. September: Nachkommen unbegifteter Raupen. Aus Gruppe A erhielten wir 8 Puppen = 3,4 %, während 9 im Beginn der Verpuppung zugrundegingen. Aus Gruppe B wurden 60 Puppen = 19 % gewonnen. Die Wirkung erstreckte sich also noch stark auf die nächste Nachkommengeneration, wie das auch Voelkel bei der Nonne experimentell festgestellt hat.

4. Wirkung der Begiftung auf die Eiparasiten. Bei der erwähnten Untersuchung der Eiablagen in Neu-Sammit konnte an den leeren

[1]) Der Prozentsatz der tauben Eier betrug 7,5 % der insgesamt gesammelten.

Hüllen auch der Prozentsatz der Parasitierung festgestellt werden. Wir stellten im Falle der Begiftung 207 parasitierte auf 515 Eier = 40,2 % fest, im anderen Falle 566 auf 2644 = 21,4 %; der Prozentsatz der Parasitierung hatte also durch die Begiftung nicht gelitten, er war sogar fast doppelt so groß; offenbar deshalb, weil die vorhandenen Parasiten sich auf weniger Eier verteilten.

Am 19. Juli 1929 übersandte uns ferner das Forstamt Dobbertin Eier aus im Vorjahre bestäubten Beständen und aus unbestäubten.

Bestäubt: 850 Eier, davon parasitiert 110 = 12,94 %
Unbestäubt: 1540 „ „ „ 250 = 16,23 %.

Auch hier hatten also die Eiparasiten jedenfalls nicht wesentlich gelitten, wenn man nur den Prozentsatz in Betracht zieht.

Ferner wurden am 3. Juli 1929 im Revier Sülten Eier in Beständen gesammelt, die 1928 begiftet waren. Die Eier wurden in Petrischalen getan, der Prozentsatz der tauben, der parasitierten und der sonstwie in der Entwicklung abgestorbenen festgestellt. Von 1957 waren 63 taub, 144 in der Entwicklung abgestorben, 145 parasitiert. Die letzteren machten also 7,5 % der Gesamtzahl aus. Eier aus unbestäubten Beständen in Sülten, die zum Vergleich hätten herangezogen werden können, besaßen wir nicht.

5. Wirkung der Begiftung auf die Raupenparasiten.

Das Ergebnis kann einfach in einer Tabelle dargestellt werden:

Revier	Gesamtzahl der Puppen bezw. Raupen	Anzahl der daraus gezogenen Ichneumoniden	Anzahl der daraus gezüchteten Tachinen	Gesamtzahl der Parasiten
Neumühle	168	1	7	8 = 4,8 %[1]
Neukloster	50	2	9	11 = 22,2 %
	25	1	5	6 = 24,0 %
Schwinz	22	6	3	9 = 41,0 %
Dobbertin	40	3	4	7 = 17,5 %
	51	11	18	29 = 56,9 %
Summen	356	24	46	70 = 19,7 %
		Unbegiftet:		
Neumühle	168	2	29	31 = 18,5 %[1]
Neukloster	50	7	6	13 = 26,0 %
	25	1	1	2 = 4,0 %
Schwinz	27	9	6	15 = 55,5 %
Dobbertin	33	5	3	8 = 24,2 %
	306	42	92	134 = 43,8 %
Summen	609	66	137	203 = 33,3 %

[1]) Der Prozentsatz gibt nicht genau den prozentualen Parasitenbefall wieder, da manche Puppen 2 Parasiten enthielten; der Befall ist also in Wirklichkeit geringer. Da es hier nur auf den Vergleich ankommt, so konnte das außer acht gelassen werden.

Also: 356 begiftete Puppen bezw. Raupen hatten 70 Parasiten = 19,7 %, 609 unbegiftete deren 203 = 33,3 %. Da aber in den einzelnen Fällen die Majorität bald auf der einen bald auf der anderen Seite liegt, die Zahlen auch zu klein sind, so berechtigen sie nicht zu zahlenmäßigen Schlüssen. Zu solchen wäre die Untersuchung von Tausenden von Puppen von verschiedenen Orten nötig. Doch darf man schließen, daß wenn überhaupt eine starke Verminderung der Raupenparasiten stattfindet, diese bei einmaliger Begiftung — Wiederholung der Begiftung im gleichen Bestand im folgenden Jahre kommt ja schon der Kosten wegen kaum in Frage — nicht so weit geht, daß sie die Existenz der Parasiten an dem Orte bedrohte.

Das allein aber ist wichtig. Es kommt praktisch auf die Puppenparasiten nicht mehr an, nachdem eine Begiftung von Erfolg gewesen ist. Auch helfen diese Parasiten wenig, sobald die Gradation eine gewisse Höhe erreicht hat; ihre Hilfe kommt dann zu spät, nämlich nachdem die Kiefern kahlgefressn sind. Ihre eigentliche Bedeutung liegt in der Verhütung der Gradation; wieweit sie an dieser Verhütung in normalen Zeiten in reinen Beständen beteiligt sind, bedarf der Untersuchung; wieweit sie im Mischwald an der Verhütung der Gradation auch in dem Falle beteiligt sind, daß wegen günstiger Wetterverhältnisse mehr Raupen überleben als gewöhnlich, ist ebenfalls eine offene Frage, die bis jetzt nur hypothetisch beantwortet werden kann.

Was ist theoretisch als Wirkung der Begiftung in bezug auf die Parasiten zu erwarten? Anzunehmen ist, daß eine gewisse Anzahl von Parasiten-Imagines beim Lecken von Honigtau, dem sich Arsenstaub zugemischt hat, sich vergiftet und zugrunde geht. Nehmen wir aber an, daß im wesentlichen nur die Entwicklungsstadien betroffen werden, indem sie mit ihren Wirten zugrundegehen, so wäre der Fall eines jener biocönotischer Gesetze gegeben, die Volterra[1]) mathematisch gefunden hat, nämlich daß, wenn die Individuen der parasitären Art und ihres Wirtes gleichermaßen, d. h. im Verhältnis ihrer Häufigkeit vernichtet werden, sich der durchschnittliche Bestand an Individuen des Wirtstieres vermehrt, der der Parasiten dagegen vermindert.

Zusammenfassung: Von den hier aufgezogenen unbegifteten Puppen des Spanners haben 2—3 mal mehr ihre Entwicklung zum Falter beendigt als von den Puppen der eine Begiftung überlebenden Raupen. 7 solche Falter, die als Raupen begiftet waren und die wir ihre Eier ablegen ließen, legten deren nur höchstens halb so viele als ein Spannerweibchen gewöhnlich legt. Die Wirkung der Begiftung erstreckte sich noch stark auf die nächste Nachkommengeneration; die Mortalität der

[1]) Siehe Friederichs, Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie (Berlin, Paul Parey), Bd. 1, S. 271.

Eier wurde nicht verfolgt; von den Raupen begifteter Eltern aber gelangten nur 3,7%, von denen unbegifteter 19% zur Verpuppung.

Weder die Eiparasiten noch die Raupenparasiten werden durch die einmalige Begiftung eines Jahres in ihrer Existenz bedroht; es liegt nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse kein Grund vor, ihretwegen bezüglich der Anwendung der Begiftung Bedenken zu hegen. Während oft wiederholte Begiftung (z. B. von Obstbäumen), technische Bekämpfung überhaupt, die natürliche Regulierung durch Parasiten stark abschwächt,[1]) ist von einem einmaligen Eingriff praktisch nichts nachteiliges zu erwarten.

Anhang.

Wann fressen die Raupen?

Nach den Beobachtungen von Rhumbler[2]) überwog durchweg die bei Nacht abgegebene Kotmenge die bei Tage abgegebene; erstere war durchschnittlich (bei Schwankungen von 1,4—10fach) rund fünfmal größer als die letztere. Die in der ersten Nachthälfte (19—1 Uhr) gefallene Menge verhielt sich zu der in der zweiten Hälfte (1—7 Uhr) gefallenen wie 2,5 : 1,6 = 100 : 64.

Auch bei unseren Untersuchungen ergab sich ein bedeutend stärkerer Kotfall bei Nacht. Wir fanden die Gelegenheit dazu erst gegen Ende Oktober: 24.—26. Oktober 1928. Das Resultat dürfte gleichwohl von Interesse sein. Die Raupen wurden im Laboratorium gehalten.

1. Versuch 24.—25. Oktober.

Tag		Nacht	
Stunde	Kotmenge (Stücke)	Stunde	Kotmenge (Stücke)
8 —9½	7	18—23	65
9½—12	11	23— 8	105
12 —15½	29		Summe 170
15½—18	20		
	Summe 67		

2. Versuch 25.—26. Oktober.

8—10	10	17—19	24
10—13	18	19— 8	148
13—17	22		Summe 172
	Summe 50		

Die Menge am Tage war also im ersten Fall 39% der nächtlichen, im zweiten 29%, und im Mittel bei beiden etwa gleich einem Drittel der nächtlichen.

[1]) Friederichs, l. c., Bd. 2, S. 137.
[2]) Diese Zeitschrift, Bd. 15, S. 151.

Worauf es ankommt, ist ja nun nicht die Kotabgabe, sondern die Zeit des Fraßes, damit man, wie Rhumbler sagt, „die Flugzeugbestäubung so nahe wie möglich an die Fraßstunden heranlegen“ kann. In dieser Hinsicht haben unsere, allerdings ja mit Raupen des letzten Stadiums gemachten Feststellungen einwandfrei ergeben, daß Raupen dieses Stadiums erst bei Einbruch der Dunkelheit mit dem Fraß begannen und tagsüber also zur Zeit der Fraßpause, in einer bezeichnenden Ruhestellung verharrten, die schon von Rhumbler beschrieben wurde. Um genauere Beobachtungen über diesen Wechsel von Fraß und Ruhe vornehmen zu können, besetzten wir einen Kiefernzweig mit mehreren Raupen. Hatten

Vorrichtung aus Gaze zum Auffangen des Raupenkotes bei Arsenbeflug. Links im Hintergrund ist Ceresinpapier zu gleichem Zweck ausgebreitet.

sie daran Ruhestellung eingenommen (was meist bald nach dem Ansetzen geschah), so wurden die von den Raupen nicht besetzten Nadeln der betr. Nadelpaare mit einem Papierfähnchen versehen, und so konnten wir leicht beobachten, daß die Raupen tagsüber die einmal eingenommene Ruhestellung nicht mehr aufgaben, noch die Nadeln befraßen. Wir gehen nicht soweit, jetzt schon daraus folgern zu wollen, daß die Raupen nur nachts fressen. Es könnte ja sein, daß dies von der Temperatur, dem Licht usw. abhängt. Wir werden versuchen, im kommenden Sommer auch bei jungen Raupen zu beobachten, wann sie fressen, und ob äußere Verhältnisse außer der Tageszeit einen Einfluß darauf haben.

Die Zeit der Verdauung zwischen Fraß und Kotabgabe versuchten wir durch Verfütterung von mit Eosin gefärbten Nadeln zu ermitteln.

Soweit die wenigen Versuche es zulassen, kann die Dauer der Verdauung auf 6—8 Stunden (Rhumbler: 6 Stunden) angegeben werden. Rhumbler schreibt,[1] die Zeit der stärksten Kotabgabe und die Hauptfraßzeit seien nicht identisch, sondern getrennt durch die Zeit, in welcher das Futter den Darm passiert. Aber wird nicht wahrscheinlich die starke Nahrungsaufnahme bei Beginn der Dämmerung den Darm zu erhöhter Peristaltik anregen und demnach auch bald eine beträchtliche Kotabgabe zur Folge haben? Der „Darmzeit" wäre dann für die Berechnung der Hauptfraßzeit keine große Bedeutung beizulegen. Ob diese Hauptfraßzeit in die erste oder zweite Nachthälfte fällt,[1]) ist praktisch ohne viel Belang, da man ja doch nur am Tage begiften kann.

Das Auffangen von Kot im Walde mit Ceresinpapier fanden wir unbefriedigend, da zu viel Fremdkörper festklebten usw. Wir bedienten uns einer Auffangvorrichtung aus feiner Gaze, die den Regen nicht durchläßt. Die Gazestreifen (s. Abbildung) sind mit Ringen versehen, durch die das zum Spannen dienende Band läuft. Auch an der Fläche befinden sich unten zwei Ringe, durch die ein Band geht. Durch Straffziehen desselben entsteht eine Mulde in der Mitte, in der sich aller Kot ansammelt und nicht verweht wird.

---

[1]) Es ist natürlich unwahrscheinlich, daß die Raupen während der kühlsten und feuchtesten Stunden am meisten fressen sollten, sondern es ist anzunehmen, daß sie es während der ersten Nachtstunden tun.

Zur Epidemiologie des Kiefernspanners.

Ein Programm.

Von

K. Friederichs.

Im Jahre 1928 hat Verf. dargelegt,[1]) daß durch Insekten herbeigeführte Waldkatastrophen wie auch solche durch Waldbrand infolge trockenen Blitzschlages oder durch Stürme im Urwald eine natürliche Verjüngung auf größerer Fläche darstellen, daß sie demnach, im großen ökologischen Zusammenhang gesehen, physiologisch sind: regulierende Vorgänge, die das Werden und Vergehen naturwüchsiger Bestände herbeiführen. In unseren Forsten dagegen ist die Vernichtung von Nadelholzbeständen durch Insekten pathologisch geworden, indem derartige Vorgänge sich häufen und steigern. Damit war zunächst nichts ausgesagt über die unmittelbaren Ursachen und den Verlauf oder, man kann sagen, den Mechanismus, die Dynamik der Insektenkalamitäten. Wir beobachten, daß im Laufe einer Kalamität zwar auch jüngere Bestände angegriffen werden, aber das Entstehen und Anwachsen erfolgt in Urwäldern Nordamerikas nach Schenck[2]) und nach Swaine in Beständen von bestimmter Altersstufe. Diese Gebundenheit an bestimmte Altersstufen der Bäume ist es in erster Linie, worauf sich die Verjüngungstheorie, die ja nicht vom Verf. allein vertreten[2]) wird, gründet. Bei den Raupenplagen in unseren Forsten tritt uns eine solche Verbindung mit einer bestimmten Altersstufe nicht in ausgesprochener Weise entgegen; die folgenden Ausführungen beschränken sich auf den Kiefernspanner (*Bupalus piniarius)* und gehen von den Verhältnissen in Mecklenburg aus; sie gelten aber *mutatis mutandis* auch für andere Schädlinge und andere Verhältnisse.

In den mir vorliegenden Mitteilungen zweier mecklenburgischer Forstämter finde ich in dem einen Fall (Neukloster) als untere Altersgrenze der Kiefern für starken Schadfraß des Spanners 28 Jahre angegeben.

---

[1]) Anzeiger für Schädlingskunde, 4, S. 139—142.

[2]) Schenck, C. A. in: Allg. Forst- u. Jagdzeitg. 100, 1924, S. 377—388. Ähnlich auch v. Maltzahn in: Bericht Hauptversammlung, Ver. mecklenb. Forstwirte 1928, S. 22.

Aber nur ein einziger Bestand von 28 Jahren war stark angegriffen, dagegen 10 von 30—40 Jahren, ebensoviele von 70—80, andere Altersstufen weniger oft. Es hängt natürlich auch von dem Durchschnittsalter der Bestände ab, ob die eine oder die andere Altersstufe häufiger in der Schadensliste vertreten ist. Eine absolute Grenze gibt es nicht; der Forstverständige der Stadt Waren, Herr Stadtrat Völker, machte mir dazu die Mitteilung, daß wohl kein Alter völlig verschont bleibt, sondern Kahlfraß und selbst Totfraß gelegentlich in allen Bestandesaltern vorkomme, von der Dickung bis zum Baumholz. Am stärksten aber sind dem Befall ausgesetzt („bevorzugt") die mittleren Altersstufen, also die „Stangenhölzer". Dies ist ein dehnbarer Begriff; doch „wird die untere Grenze mit 25—35, die obere mit 60—80, eventuell noch höher anzunehmen sein, wobei außer der rein persönlichen Auffassung die Wuchsverhältnisse eine Rolle spielen". — Mehrere der bei Neukloster kahlgefressenen oder gefährdeten Bestände waren 115jährig, und alte Überhälter in befallenen Stangenhölzern waren meist völlig kahlgefressen.

Es hat bisher meines Wissens niemand die Frage ernstlich zu beantworten versucht, warum Kiefern im Dickungsalter und darunter von dem Spanner in der Regel nicht erheblich befallen werden. Denkbar wäre erstens, daß jüngere Bäume eine weniger zusagende Nahrung für die Spannerraupe sind. Diese Denkmöglichkeit kann Verf. auf Grund von Versuchen ausschließen. Das kleine *Pinetum sylvestris* im Versuchsgarten des Entomologischen Seminars in Rostock besteht aus noch nicht mannshohen, zum Teil nur 1 m hohen Kiefern. Darauf (und auf eingetopften winzigen Kiefern) sind Tausende von Kiefernspannerraupen aufgezüchtet worden, wobei bis zu 35% im Laboratorium und bis 19% im Freien das verpuppungsfähige Alter erreichten. Daraus geht hervor, daß die Nadeln der jungen Bäume eine geeignete Nahrung sind, und eine aktive Auswahl unter den Beständen durch das Spannerweibchen vor der Eiablage haben wir um so weniger Grund anzunehmen, als dieses ja überhaupt wenig beweglich ist.

Indem wir die Ursache in anderen Verhältnissen suchen, kommen wir unvermerkt in die Grundfrage nach den Ursachen der Spannerplage hinein. Denn die aufgeworfene Frage ist doch zum Teil identisch mit der folgenden: „Warum wird ein Bestand kahl gefressen und werden benachbarte verschont?" Warum sind es[1]) meist nur gewisse „Lagen", in denen der Spanner katastrophal auftritt, während benachbarte Bestände grün bleiben? Hier liegt eben der Kern des Problems und zugleich eine provisorische Antwort. Sie liegt in dem Ausdruck „Lagen". Es ist in der forstlichen Praxis allgemein bekannt, daß feuchtere Senken im Gelände verschont zu bleiben pflegen und daß höhere Lagen und sonnige Hänge mehr gefährdet sind.[1]) Auch hierbei darf es als ausgeschlossen angesehen

[1]) Unter mecklenburgischen Verhältnissen.

werden, daß die betreffenden Bäume den Raupen als Nahrung nicht zusagen. Sie bleiben vielmehr deshalb verschont, weil in ihnen auch in Spannerjahren Verhältnisse vorliegen, die in den gefährdeten Beständen nur in gewöhnlichen Jahren obwalten. Was unterscheidet nun die gefährdeten Lagen von anderen? Offenbar das, was in der epidemiologischen Literatur als „örtliches Klima" nicht sehr genau bezeichnet wird.

Für die zur Erörterung stehenden Fragen müssen wir unterscheiden; 1. Das allgemeine meteorologische Klima, 2. Das standörtliche Klima (eines Waldes, eines Berghanges), 3. Das Kleinklima, die Verhältnisse eines Habitat, einer einzelnen Stelle im Standort, wo unser Schädling lebt.[1]) Eine Spannerraupe, die sich unter einer Buche oder in einer kleinen Senkung verpuppt,[2]) befindet sich in ganz anderen physiographischen Verhältnissen als eine andere, die nicht weit davon unter oder in einer dicken Rohhumuslage ruht. Denn nachdem im Frühjahr die Buche sich belaubt hat, fängt sie die Sonnenstrahlen ab, deren Wärme für die Entwicklung des Spanners zur Imago nicht ohne Bedeutung sein kann, zum mindesten den Zeitpunkt seines Erscheinens bestimmen wird. Seine Nachkommenschaft erscheint vermutlich später als die der früher fliegenden Spanner, was für ihr Gedeihen nicht unwesentlich sein kann, denn die Sonnenwärme (Mecklenburgs) reicht ohnehin nur aus zu einer sehr späten, vielfach erst zu Winteranfang erfolgenden Beendigung der Raupenentwicklung.[3]) Leben mehrere Generationen von Spannern unter solchen Verhältnissen, so ist diese Spannerbevölkerung schwer benachteiligt und mag schließlich da, wo entsprechende Verhältnisse vorherrschen, fast erlöschen. Diese Verhältnisse bedürfen selbstverständlich weiterer experimenteller Aufklärung, und dieses „Programm" soll nur auf die unseres Erachtens gebotene Richtung solcher Experimente hinweisen.

Die Ökologen versuchen, die klimatischen Verhältnisse zu 2 und 3 zu erfassen und begegnen dabei nicht geringen Schwierigkeiten. Der umfassendste Ausdruck dieser Verhältnisse ist die Verdunstung. Aber wenn diese gemessen wird, zeigt sich, daß sie ganz verschieden ist an verschiedenen Stellen ein und desselben Standortes, etwa einer schattigen und einer sonnigen Stelle, und H. Walter kommt gar zu dem Schluß, daß es „allgemeine Standortsbedingungen" für ein größeres Gebiet nicht

[1]) Diese Unterscheidung gilt für naturwüchsige Verhältnisse, für Urwald und Dauerwald. In der heutigen Kiefernforst, in der die einzelnen Bestände in sich mehr oder weniger gleichalterig zu sein pflegen, fallen die Unterscheidungen zu 2 und 3 mehr oder weniger zusammen zum „Bestandesklima".

[2]) Das sind nicht hypothetische Fälle, sondern beides kommt vor, wie sich bei der Puppensuche im Dezember ergab. Etwa ein halbes Dutzend Puppen lag in einer kleinen aber tiefen Grube. Zwischen den Kiefern standen auch Lärchen, unter denen die Streudecke nur ganz dünn war.

[3]) Die letzten Raupen gingen 1929 gegen Weihnachten ein, ohne zur Verpuppung zu kommen — vermutlich eine regelmäßige Erscheinung. Andrerseits waren im Zimmer aufgezüchtete Raupen am 15. Oktober bis auf eine sämtlich verpuppt.

gibt.[1]) Harris u. a.[2]) versuchen, mit biometrischen Methoden gleichwohl die Verdunstung in gewissen Waldtypen mit der in anderen zu vergleichen. Wir werden in der gleichen Richtung arbeiten müssen, um epidemiologisch voranzukommen, dazu Raupen unter verschiedenen Verhältnissen von Temperatur, Feuchtigkeit und Licht aufzüchten und die Mortalität feststellen müssen. Es kann schon heute als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, daß wir auf diesen beiden Wegen zusammen zum Ziel gelangen werden, denn mit der Möglichkeit, daß innere, in der Raupe liegende Faktoren zuzeiten eine stärkere Vermehrung herbeiführen, brauchen wir vorerst gar nicht zu rechnen.

Wodurch ist nun das „Bestandesklima" bedingt? Erstens durch die Lage im Gelände. Zweitens durch die Bodenbeschaffenheit einschließlich der Streudecke. Drittens durch die Pflanzendecke. Viertens unter Umständen auch durch Tiere, etwa durch einen großen Wildstand, der jeglichen Unterwuchs vernichtet.[3]) Die Verhältnisse zu 1. und 2. entziehen sich unserer Einwirkung; wir wollen nur bei dem dritten Punkt verweilen. Es ist selbstverständlich, daß in verschiedenen alten, in sich aber gleichalterigen Beständen ein verschiedenes Bestandesklima herrscht. In der Dickung ist Windstille[4]) und Schatten; der Boden ist daher kühl; seine Feuchtigkeit wird durch die geringe Dicke der Streudecke beeinflußt. In hohen fast schlagreifen Beständen gelangt mehr Sonne zum Boden als in jüngeren; dieser muß daher wärmer und, soweit nicht eine starke Streudecke, etwa viel Rohhumus die Verhältnisse modifiziert, trockener sein. Jedenfalls wechselt das Bestandesklima mit dem Alter und der damit erfolgenden Auflichtung der Bestände: eine Selbstverständlichkeit, aber der springende Punkt, welcher den verschiedenen Grad des Befalls der Altersstufen hypothetisch zu erklären geeignet ist. Wir dürfen annehmen, daß für die Raupe oder für die Puppe oder für beide oder für die Imago nur bestimmte Altersstufen des Bestandes zusagende Verhältnisse des Bestandesklimas gewähren, und daß daher in jungen Beständen immer das eine oder das andere Entwicklungsstadium des Spanners nicht gut gedeihen kann, daß andererseits in älteren Beständen bei günstigem Wetter das betreffende Stadium sich in so günstigen klimatischen Verhältnissen befindet, daß die Mortalität bis zu dem Grade herabgedrückt ist, welche Gradation bedeutet. Man muß mit der Möglichkeit rechnen, daß diese günstigen Wetterverhältnisse ziemlich komplizierter

[1]) Walter, H., Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raume in verschiedenen Pflanzengesellschaften (Jahrb. f. wissensch. Botanik) 68, 1928, S. 233—288.

[2]) Harris, J., Künzel, J. and Cooper, W. S., Comparison of the physical factors of habitats (Ecology, 10, 1929, S. 47 66).

[3]) Friederichs, Forstzoologisches über die Rostocker Heide (Zeitschr. d. Heimatbundes „Mecklenburg" 1927). — Ders.: Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie Bd. 2, S. 368 (Waldweide).

[4]) In einer Buchenschonung wurde nur ein Fünftel der Windstärke, die am Waldesrand herrschte, festgestellt (l. c. Bd. 1, S. 65).

Art sein mögen, daß ihnen ein Rhythmus des Wetters zugrunde liegen kann und daß dieser nicht allein die Mortalität der Eier, Raupen und Puppen beeinflussen mag, sondern auch die Vermehrungsenergie des Falters, sei es daß es sich um Wetterverhältnisse handelt, die ihn als solchen treffen oder die er während seiner Entwicklung erlebt hat.[1]) Außerdem wird natürlich der Massenwechsel der Parasiten beeinflußt; aber von diesen nachher.

Versuchen wir uns eine genauere Vorstellung von den Verhältnissen zu machen, die die verschiedenen Grade der Eignung verschiedener Altersstufen der Bestände für den Spanner bedingen, so kann folgendes gesagt werden:[2]) Wenn die Dickung zum Stangenholz heranwächst, beginnt die Auflichtung des Bestandes. Die Sonne beginnt den Boden stärker zu erwärmen und die Erwärmung steigert sich im Verhältnis der Auflichtung; es wird ein Grad derselben erreicht, der für die Spannerpuppe günstig ist, indem er die zu ihrer Entwicklung im Frühjahr erforderliche Wärmesumme darstellt, so daß mehr Spanner als vorher zu rechtzeitiger Entwicklung[3]) oder zur Entwicklung überhaupt gelangen; und jetzt ist das Alter des Bestandes herangekommen, in dem bei günstigen Wetterverhältnissen Massenvermehrung zu erwarten ist. Welches Alter oder was dasselbe heißt, welcher Grad der Auflichtung hierfür erforderlich ist, das hängt offenbar von dem allgemeinen Klima ab; von den in verschiedenen Klimazonen sehr unterschiedlichen mittleren und maximalen Temperaturen der in Betracht kommenden Monate, indem diese Temperaturen zusammen mit anderen Verhältnissen einen rascheren oder langsameren Wuchs der Bestände bedingen, deren Auflichtung demgemäß nicht überall gleich schnell vonstatten geht. Mit andern Worten, auch bei gleichem Grad der Auflichtung wird die Erwärmung des Bodens je nach Klima und Wetter verschieden stark sein; sie wird in der einen Gegend und in dem einen Jahre stärker sein als anderswo bezw. in einem anderen Jahre, und so sehen wir, soweit die Wärmeansprüche der Puppe in Frage stehen, die epidemiologischen Voraussetzungen der Spannerkalamität in großen Zügen vor uns, haben aber die „ökologische Valenz“ in dieser wie in anderen Hinsichten noch experimentell zu untersuchen, um die erforderliche Wärme (und Feuchtigkeit) genau zu kennen. Kaum nötig zu sagen, daß auch die Art der forstlichen Bewirtschaftung diese Verhältnisse beeinflußt und daß sie in dieser typischen Form nur dann sich entwickeln, wenn die Bäume des Bestandes vom gleichen Alter sind.

---

[1]) Vgl. Mell, Biologie und Systematik südchinesischer Sphingiden. Berlin 1922. Mell fand überwinternde Puppen oft weniger fruchtbar als Sommertiere. Je kälter der Winter, desto geringer die Fruchtbarkeit.

[2]) Ich stütze mich dabei auf Informationen aus der Praxis, insbesondere auf solche von seiten des Herrn Stadtrat Völker in Waren.

[3]) In Altbeständen setzt der Falterflug 2—4 Wochen früher ein als in Stangenhölzern.

Gefolgert werden kann aus dem Vorstehenden, daß in einem kühlen Klima die Altersgrenze der Gefährdung der Kiefer durch den Spanner nach oben sich verschieben muß und tatsächlich sind in Mecklenburg-Schwerin, das größtenteils zum nordatlantischen Klimabezirk gehört, Dickungen und jüngere Stangenhölzer weniger gefährdet als höhere Altersstufen, während in dem zum subsarmatischen Bezirk gehörigen Mecklenburg-Strelitz die Dinge schon etwas anders liegen.

Wie bei allen Naturvorgängen kann eine Stufe erreicht werden, wo ein begünstigender Umstand zum Extrem wird und in sein Gegenteil umschlägt: so auch die Auflichtung, und der mehrfach genannte Gewährsmann schrieb mir hierzu: „Ob der vielfach allzu nackte, ausgesetzte und verhärtete Bodenzustand in seiner Einwirkung auf die Puppenentwicklung sehr hemmend wirkt, möchte ich nicht entscheiden. Möglich ist eine derartige Hemmung jedoch immerhin, und mit ihr wäre ein gewisses Verschontbleiben der älteren Bestände in den kontinentalen Gebieten wohl ausreichend erklärt. Für sicher halte ich einen stark hemmenden Einfluß üppiger Grasdecken, wie sie namentlich bei uns auf das Moospolster zu folgen pflegen. Auch der freiere Zutritt der winterlichen Niederschläge zum Puppenlager mag bedeutsam, vielleicht sogar ausschlaggebend sein.“

Wir sind damit zur Bedeutung der Bodenbeschaffenheit sowie der Streu- und niederen Pflanzendecke gekommen. Auch in dieser Hinsicht seien die Ausführungen Völkers mit seiner Erlaubnis wiedergegeben: Im Gegensatz zu den stark wandelbaren Einflüssen des Baumbestandes wirken Boden und Bodendecke stets gleichsinnig, und zwar dahin, daß sie die Folgen der Auflichtung für die Puppe stark modifizieren. „Betrachten wir auf der einen Seite Verhältnisse, wie sie in der Letzlinger Heide vorliegen: im allgemeinen nur eine schwache Bodendecke, oft nur eine dünne Nadeldecke mit sehr schwacher Rohhumusschicht; die Puppen liegen mehr im wasserdurchlässigen, gleichmäßig trockenen Sand. Auf der andern Seite unsere mecklenburgischen Verhältnisse: bis in das höhere Bestandesalter hinein mäßige Hypnum- und Dicranum-Decken mit starker Rohhumusunterlage, die später mehr oder weniger von Gräsern durchsetzt werden. Moos und Rohhumus sind beträchtliche Wasserspeicher, die namentlich im atlantischen Klimagebiet (Winterniederschläge reichlicher und meist als Regen!) oft längere Zeit hindurch erhebliche Feuchtigkeitsmengen in sich bergen. Die Puppen dürften unter letzterem zu leiden haben. Erhebliche Verluste treten ein. Dazu kommen die im gleichen Sinne wirkenden, an den Rohhumus gebundenen stärkeren Grade von Azidität. Daraus folgt aber, daß der zunächst in der Auflichtung begründete Beginn des durch Gradation gefährdeten Alters hinausgeschoben wird.“ Es wird weiter ausgeführt, daß die Stärke der Moos- und Rohhumusdecke, wie bekannt, am stärksten durch Bodenbeschaffenheit und Klima bedingt ist.

Soviel von den Lebensbedingungen der Puppe im reinen Kiefernwald. Unter gleichen Gesichtspunkten kann auch die Schutzwirkung des Mischwaldes betrachtet werden. Es ist eine Tatsache, daß (hierzulande) schon ein Unterbau mit etwa 30 jährigen Buchen genügt, um einen Kiefernbestand vor Kahlfraß zu bewahren, und zwar auch dann, wenn es sich um verhältnismäßig kleine Mischwaldbestände dieser Art inmitten ausgedehnter Kiefernforsten handelt.[1]) Wenn hier das Kleinklima die Ursache (oder eine der Ursachen) ist, so kann dessen Besonderheit nur in der teilweisen Beschattung des Bodens durch die jungen Buchen gesucht werden.[2]) Dazu kommt eine zum Teil andersartige Streudecke, vielleicht auch besondere Bodenpflanzen. Verfasser hat ferner konstatiert, daß eine Schutzwirkung nicht nur von Buchenunterbau sondern auch von eingestreuten Fichten ausgeht. Auch diese schatten ja viel stärker als die Kiefern allein.

Nun hängt aber die Gradation nicht allein und nicht einmal am stärksten von der Anzahl der überlebenden Puppen und eierlegenden Falter ab, sondern viel wichtiger ist, wieviel Raupen nachher überleben. Diese beiden Vermehrungsfaktoren sind ja bei jeder Schädlingsplage zu unterscheiden. Daß auf das Überleben von Insektenlarven gewisse Kombinationen von Temperatur und Feuchtigkeit einen entscheidenden Einfluß ausüben, ist durch Pierce, Bodenheimer, Janisch u. a. bewiesen worden, und, soweit Parasiten im Spiele sind, auch deren klimatische Abhängigkeit. Die Ansprüche des Spanners in dieser Hinsicht sind noch nicht bekannt; auch ist der Einfluß des Bestandesklimas darauf weniger faßbar als dessen Bedeutung für die Puppe. Aber offenbar muß auch in dieser Hinsicht das Bestandesklima nach dem Alter und der Struktur der Bestände, nach dem Unterwuchs, der Streudecke und der Bodenbeschaffenheit in solcher Weise variieren,[3]) daß diese Variation auf die Mortalität der Raupen nicht anders als stark einwirken kann.

Wenn dies alles zutrifft, so wäre also die Parasitentheorie erledigt? Mit nichten! Zwar, in der bisherigen Form, in der, mit großer Unterschätzung der klimatischen Verhältnisse, die nur gewissermaßen „den Anstoß" zu der Massenvermehrung geben sollten und erst neuerdings insbesondere von Bodenheimer in ihr Recht eingesetzt sind[4]), den Parasiten die eigentliche wesentliche Rolle bei der Regulierung des Massenwechsels zugeschrieben wurde, wird die Parasitentheorie sich vermutlich

[1]) Z. B. 3,5 und 9,2 ha (Dobbertin i. Mecklenburg).

[2]) Hier gibt es eben kein einheitliches Bestandesklima, sondern viele verschiedene Grade der Beschattung, so daß ein mehr oder weniger großer Teil der Puppen ungünstigen Verhältnissen ausgesetzt ist.

[3]) Ohne Zweifel sind bereits Untersuchungen über die örtliche und zeitliche Wandelbarkeit des Bestandesklimas von forstwetterkundiger Seite zu anderen Zwecken gemacht worden, aber wir brauchen in diesen programmatischen Ausführungen darauf nicht einzugehen.

[4]) Ansätze dazu sind auch von anderen Autoren schon viel früher gemacht worden, u. a. von Reh.

nicht bestätigen. Es kann kein Zweifel mehr bestehen, daß im Durchschnitt die stärkere Mortalität den Wettereinflüssen zuzuschreiben ist, und es scheint, daß diese in vielen Fällen allein wesentlich ist. Im übrigen kommt es darauf an, was man unter „wesentlich" versteht. Verf. will aber in dieser Hinsicht nicht experimentellen Untersuchungen vorgreifen, mit denen er beschäftigt ist. Nur so viel kann schon jetzt gesagt werden: Es wird sich wahrscheinlich zeigen, daß ein inniges Ineinandergreifen von abiotischen und biotischen Faktoren (das was ich „Holocön" nannte) den Massenwechsel regelt. Bei dem Vergleich des Parasitenbefalls von 10354 Kiefernspannereiern aus reinen Beständen mit 937 Eiern aus einem Kiefern-Buchenbestand [1]) und 1701 Eiern aus einem Kiefern-Fichtenbestand ergaben sich als die Prozentsätze des Befalls 17,7 : 49, 2 : 37,6. Die Zahlen sind zu klein,[2]) um für sich allein Endgültiges auszusagen, sie sind nur ein Anfang, aber die sagen dasselbe, was Yano bezüglich des Kiefernspinners in Japan fand. Übrigens beweisen sie noch nicht, daß die Eiparasiten in den Mischbeständen in größerer Zahl vorhanden waren, sondern nur, daß im Verhältnis zu dem Schädling ihrer bedeutend mehr waren. Darauf allein aber kommt es an.

Mag nun die Bedeutung der Parasiten größer oder kleiner sein, so bleibt in jedem Falle die Bedeutung, die ich der Biocönose [3]) zugeschrieben habe, zu recht bestehen. Denn wenn obige Ausführungen zutreffen, so ist es doch der verschiedenartige Pflanzenbestand (und mit ihm vermutlich die sonstige verschiedene Lebewelt), welcher die Kiefernbestände im allgemeinen vor dem Spanner schützt und nur gewisse Altersstufen und Bestandesformen nicht schützen kann, wenn gewisse klimatische Verhältnisse eintreten. Das allgemeine Klima hat zwar eine überragende und umfassende Bedeutung. Es bestimmt die Gebiete, in denen überhaupt Spannerplagen vorkommen können, aber innerhalb dieser Gebiete wird das Vorkommen der Plagen örtlich noch viel weiter beschränkt durch das Bestandes- und Kleinklima, die Gelände- und Bodenbeschaffenheit und die Feinde des Spanners. Letztere sind zwar ihrerseits vom Klima (auch vom Bestandesklima) abhängig, das Bestandesklima aber, wie wir sahen, hauptsächlich von der Pflanzendecke und der Biocönose überhaupt. Die Ursache dafür, daß auf die Raupenjahre im Wald Perioden ohne erheblichen Schadfraß folgen, also ihre zeitliche Beschränkung, liegt ohne Zweifel im Wetter; ihre örtliche Beschränkung aber beruht auf dem Zusammenwirken des

---

[1]) Kiefern unterbaut mit jungen Buchen.

[2]) Es ist natürlich sehr schwer, in Mischbeständen, wo der Spanner nur ziemlich schwach auftritt, größere Quantitäten von Eiern zu sammeln. Um die wenigen Eier, die wir sammelten, zu gewinnen, mußten etwa ein Dutzend Bäume gefällt werden und mehrere Personen sammelten tagelang.

[3]) In dem oben zitierten, demnächst erscheinenden Buch, habe ich „Biocön" und „Abiocön" (abiotische Faktoren) unterschieden. Beide zusammen bilden das „Holocön" und regeln zusammenwirkend die Individuenzahl aller Wesen.

Wetters mit örtlichen Faktoren aller Art: auf dem ökologischen Einheitsfaktor, über dessen Wesen und Erfassung ich später Genaueres hoffe aussagen zu können. Jetzt sei nur angedeutet, daß es sich dabei allem Anschein nicht nur um Nebeneinander von Faktoren handelt, die zusammenwirken und sich gegenseitig beeinflussen, sondern um eine Folge, einen Rhythmus der Naturerscheinungen.

Von denen, die wesentlich nur das „Klima" verantwortlich machen wollen, kann eingewendet werden, daß dazu auch das Bestandesklima, also das geologisch, edaphisch und biocönotisch beeinflußte örtliche Klima gehöre. Wenn es so gemeint ist, so wird der Streitgegenstand dadurch viel kleiner.[1])

Es sei noch an zwei bereits bekannte Beispiele von Plagen erinnert, deren Zusammenhang mit dem Bestandesklima außer Frage steht: an den Maikäfer im Walde (Puster, „Jede Betriebsmaßnahme, welche auf großer Fläche und lange Zeit der Sonne Zutritt zum Waldesboden gestattet, wirkt maikäferfreundlich") und an das was Rudnew[2]) über *Cerambyx cerdo* in der Ukraine berichtet hat. In dortigen Waldsteppenrevieren hat sich dieser Käfer in den letzten Jahren bedrohlich vermehrt. Als Ursache wird auf Grund genauester Untersuchungen eine scharfe Veränderung der natürlichen Form der Bestände bezeichnet. Unterbau und dichter Unterwuchs verhindern sein Brüten, hingegen „je schmäler die Kulisse und je länger ihre Anschlußdauer, desto höher der Besetzungsgrad von *C. cerdo*". Unzweifelhaft handelt es sich dabei um Modifikationen des Bestandesklimas.

Wir würden in all diesen Fragen und in den überaus komplizierten Arbeiten physiologischer, biocönotischer, edaphischer und meteorologischer Art, die damit verbunden sind, viel schneller weiter kommen, wenn die verhältnismäßig geringen Kosten für einige Waldstationen aufgewendet würden. Möchten die Stellen, die darüber zu befinden haben, sich dazu entschließen, wenn ein entsprechender Antrag gestellt wird! Möge die diesjährige Versammlung unserer Gesellschaft eine entsprechende Resolution fassen! — Außerdem gehört zu den physiologischen Untersuchungen im Labor, die mit Untersuchungen im Walde Hand in Hand gehen müßten, eine Apparatur, über die die wenigsten der in Betracht kommenden Institute bis jetzt verfügen und die nicht ohne erhebliche Kosten geschaffen werden kann.[3])

Schließlich kann noch angedeutet werden, daß auch in der Epidemiologie der Plagen im Feld- und Gartenbau dem Kleinklima mehr Aufmerksamkeit als bisher wird zugewendet werden müssen und daß davon erhebliche Aufschlüsse und praktische Folgerungen zu erwarten sein mögen.

---

[1]) Auf den Begriff „Ursache" in diesem Sinne beziehen sich Ausführungen auf S. 116 in Bd. 1 meines oben angeführten Buches.

[2]) Rudnew, D. in: Mitteilungen Forstl. Versuchswesen Ukraine, Heft 9 (1928) S. 199—206.

[3]) Vgl. hierzu auch: Friederichs und Steiner, Licht und Insektenentwicklung, in: Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde usw. 2 Abt., Bd. 79, 1930.

Über die Artabgrenzung und Modifikabilität der Gemüsewanzen aus der Gattung Eurydema Lap.

Von

Hanns von Lengerken, Berlin.

(Mit 11 Abbildungen.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Bestimmen von Wanzen im allgemeinen für den angewandten Zoologen mit gewissen Schwierigkeiten verbunden ist, da die Bestimmungswerke durchaus nicht überall zu haben, außerdem aber veraltet und noch dazu vorwiegend fremdsprachig (z. B. russisch und holländisch) abgefaßt sind. Ein desto größeres Verdienst hat sich W. Stichel (27) mit der 1925 begonnenen Herausgabe seines ausgezeichneten Werkes „Illustrierte Bestimmungstabellen der deutschen Wanzen" erworben, von dem bisher 4 Lieferungen erschienen sind, und von dem zu hoffen steht, daß es baldmöglichst fortgesetzt werden möchte. Was nun aber den Bestimmungsschlüssel der Gattung *Eurydema* in diesem Werke anbelangt, so ist gerade er durch eine spätere Veröffentlichung W. Stichels (27a) überholt und erheblich modifiziert worden.

Besonders der angewandte Entomologe, der ohne größere Bücherei an kleineren Orten tätig ist, wird also trotz der Stichelschen Tabellen nicht ohne weiteres die wichtigsten *Eurydema*-Arten bestimmen können, zumal ihm in der Regel Vergleichsmaterial nicht zur Verfügung steht. Hinzu kommt noch, daß auf Grund vergleichender Untersuchungen die von Stichel und einigen anderen Autoren als selbständige Art aufgefaßte *E. decorata* H. S. nur als eine Form von *ornata* L. = *festica* L. betrachten werden darf.

Ich habe an dem im Zoologischen Museum der Universität Berlin befindlichen *Eurydema*-Material — abgesehen von den von mir selbst gesammelten Individuen — hinreichendes Vergleichsmaterial in der Hand gehabt, um mir, nach Einsicht in die Originalbeschreibungen der Spezies, Klarheit über die Artabgrenzungen der in Deutschland einheimischen sowie gleichzeitig in Europa, Asien und Nordafrika weitverbreiteten schädlichen *Eurydema*-Arten zu verschaffen.

Ich veröffentliche meine über den Gegenstand gemachten Aufzeichnungen sowie die von mir angefertigten Abbildungen, da ich glaube, daß sie den angewandten Entomologen gelegentlich ein willkommenes Hilfsmittel sein werden.

Welches sind die systematisch gültigen Namen der in Deutschland vorkommenden schädlichen *Eurydema*-Arten?

In der Literatur findet man außer der bekannten Kohlwanze, *Eur. oleracea* L., deren Artbestimmung trotz ihrer großen Modifikabilität keine Schwierigkeiten machen dürfte, in der Regel als schädliche Verwandte die Spezies *ornata* L. und *festiva* L. für Europa aufgeführt. So faßt z. B. Reh (17) die drei genannten Arten als Kohlwanzen Europas zusammen und Heymons (4) behandelt gleichfalls dieselben Spezies. *Eur. ornatum* L. spielt besonders in der neueren russischen Literatur eine Rolle. Daneben wird die Art *dominulus* Scop. von einigen russischen Autoren als Schädling an Kulturpflanzen gemeldet.

In den speziellen Werken über *Hemiptera* finden sich außerdem noch die Namen *Eur. decorata* H. S. und *Eur. fieberi* Fieb. Während die wirtschaftlich wohl neutrale *Eur. fieberi* Fieb. allgemein als selbständige Art gilt, betrachten einige Autoren *Eur. decorata* H. S. wie schon gesagt als besondere Art, andere Untersucher dagegen nur als eine Form von *Eur. festiva* L.

Stichel (27) führt folgende Arten auf: *dominulus Scop., ornata L. decorata* H. S. *festiva* L., *fieberi* Fieb. und *oleracea* L. *oleracea* L.

E. dominulus Scop. wird von Stichel nicht als Schädling gekennzeichnet. Von *E. ornata* L. heißt es, sie sei eine südliche Art die in Deutschland nicht nachweisbar wäre.

In seiner schon genannten späteren Veröffentlichung hat Stichel (27a) auf grund genauer Literaturvergleiche und der ihm von W. *E. China* vom British Museum gegebenen Auskünfte über die in London aufbewahrten Linnéschen Typen folgende Synonyme aufgestellt:

1. *Eurydema ornata* L. 1758 (1746) = *Eurydema festiva* L. (1767).
2. *Eurydema ventrale* Klt. (1846) = *Eurydema ornata* auct.

Ich habe gleichfalls die Originalbeschreibungen eingesehen und von *W. E. China* Auskünfte erbeten, die mir freundlichst erteilt wurden, und für die ich an dieser Stelle bestens danke.

Auf Grund meiner Ergebnisse muß ich den Stichelschen Schlußfolgerungen durchaus beipflichten. Linné hat zweifellos eine Art unter zwei Namen beschrieben, und da er *ornata* früher aufgestellt hat als *festiva*, ist nomenklatorisch kein anderer Ausweg gegeben, als den Namen *festiva* L. durch *ornata* L. zu ersetzen.

Die von den Autoren falsch ausgelegte *ornata* Linnés muß nun gleichfalls anders benannt werden und durch *Eurydema ventrale* Klt. er-

setzt werden. Stichel schreibt über diese Angelegenheit: „Voraussetzung für die Übernahme des von Kolenati (Melet. ent. 1846) für eine Varietät von *Eurydema ornata* auct. geschaffenen Namens ist, daß die betreffenden Tiere hauptsächlich zu dieser Art gehören. Nach dem zitierten Fundort (Ungarn, Kaukasus) zu urteilen, kann die Identität kaum angezweifelt werden."

Die systematisch gültigen Namen für die hier in Rede stehenden *Eurydema*-Arten sind nun folgende: *dominulus* Scop., *ventrale* Klt., *ornata* L. *fieberi* Fieb. und *oleracea* L., — *Eur. decorata* H. S. ist als Form zu *ornata* L. zu stellen.

Wirtschaftlich wichtig sind die Arten: *dominulus* Scop., *ornata* L. und *oleracea* L. sowie in mediterranen Ländern die an Cruciferen lebende *ventrale* Klt. Im Hinblick auf *ventrale* Klt. wäre allerdings, besonders in Rußland, zu prüfen, ob es sich wirklich stets um *ventrale* Klt. = *ornata* L. im alten Sinne handelt. Vor allem ist zu untersuchen, ob bei den russischen Individuen die Tergite des Abdomens *rot* sind.

Die Grundzeichnung der Gattung Eurydema.

Bevor einiges über die „Grundzeichnung" der Gattung *Eurydema* ausgeführt wird, sei das Notwendige über die morphologische Terminologie gesagt.

Dorsal gesehen, im Zustand ruhend übereinandergelegter Hemielytren, folgt auf den Kopf das Pronotum (Abb. 1, P), dem sich median das große Schildchen-Scutellum (Abb. 1, Sc) anschließt. Das Schildchen wird lateral begrenzt vom Clavus, dem inneren Abschnitt der Hemielytren (Abb. 1, Cl), an den sich das Corium seitlich anlegt. Das Corium besteht aus Mesocorium und Exocorium (Abb. 1, M und E). Der weiche häutige Spitzenteil der Halbdecken ist die Membran (Abb. 1, Mb).

Hebt man die Hemielytren hoch, so werden die Tergite der Abdominalsegmente sichtbar, die in ihrer Gesamtheit hier als Tergum bezeichnet werden sollen. Die breit abgesetzten lateralen Randstücke jedes Abdominalsysegmentes heißen in ihrer Gesamtheit das Connexivum. (Abb. 5b Con.). Es gibt eine dorsale und eine ventrale Seite der Connexivstücke, da diese die seitliche Verbindung zwischen den Tergiten und den Sterniten herstellen.

Das Connexivum ragt bei vielen Individuen seitlich unter den Hemielytren hervor. Der größeren Übersichtlichkeit wegen haben wir jedoch für unsere Zeichnungen nur Stücke benutzt, bei denen die genannte Eigenschaft nicht in Erscheinung tritt.

Ventral erkennt man die deutlich von einander abgesetzten Sternite des Abdomens, deren Reihe durch das Hypopygidium (Aftereinsatzstück, Abb. 6a, Hyp), terminal abgeschlossen wird.

Die Grundfärbung der *Eurydema*-Wanzen ist rot, rotgelb, gelb, weißgelb oder weißgelb und ziegelrot gefleckt. Auf der Ober- und Unterseite der Wanzen findet sich eine schwarze Fleckenzeichnung, die in den Einzelheiten recht verschieden ist. Die schwarzen Pigmentflecke haben meist metallischen Glanz, der ins Grünliche oder Bläuliche spielen kann.

Wenn wir oben von einer Grundzeichnung sprachen, so müssen wir einschränkend hinzufügen, daß wir hier in unserer praktischen Bestimmungszwecken dienenden Darlegung nur eine solche Grundzeichnung für die dorsale Seite des Pronotums, des Schildchens und der in Ruhestellung befindlichen Halbdecken konstruieren wollen.

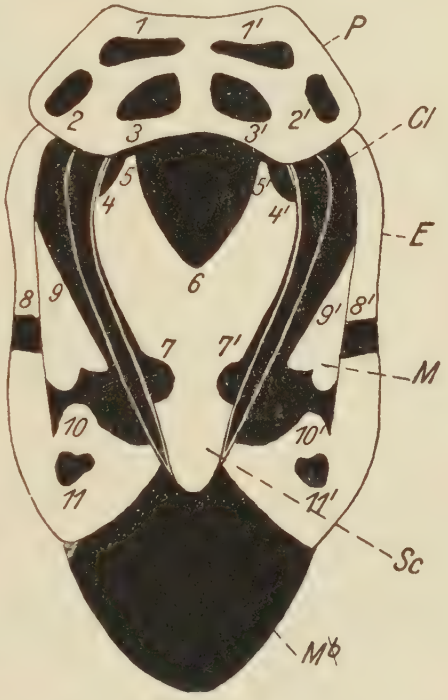


Abb. 1. Grundzeichnung der Gemüsewanzen. *P* Pronotum, *Cl* Clavus, *E* Exocorium, *M* Mesocorium, *Sc* Scutellum, *Mb* Membran, *1—11* Flecken der linken, 1^1 –11^1 Flecken der rechten dorsalen Körperseite. (Kopf nicht eingezeichnet.)

Diese in Rede stehende Grundzeichnung ist folgendermaßen beschaffen: Das Pronotum trägt 6 einzelne, verschieden gestaltete Flecken (Abb. 1: 1, 2, 3 u. 1^1 2^1 3^1). Das Scutellum weist in der Mitte des Vorderrandes einen großen, angenähert herzförmigen Flecken (6) auf, der durch je eine schmale schwarze Brücke (5) mit den vorderen seitlichen Flecken (4,4^1) in Verbindung steht. Von jedem seitlichen Flecken läuft genau lateral des Schildchens ein anfangs schmaler, später sich verbreiternder Saum, der jederseits in einen rundlichen Flecken (7,7^1) endet. Jede Hemielytre besitzt einen schwarz gefärbten Clavus (Cl). Das Mesocorium (M) trägt einen gestreckten schwarzen Flecken (9,9^1), der in einem queren Flecken (10,10^1) endet. Der Spitzenteil des Mesocoriums weist einen unregelmäßig begrenzten Flecken (11,11^1) auf. Das Exocorium wird durch einen viereckigen Mittelflecken (8,8^1) gekennzeichnet, während die Membran (Mb) schwarz ist.

Die Grundzeichnung finden wir bei zahlreichen Individuen von *ornata* L. (Abb. 6a) in schöner Ausprägung.

Die Zeichnung der Oberseite des Pronotums, des Schildchens und der Hemielytren bei den hier besprochenen Arten läßt sich auf den Grundzeichnungstyp zurückführen.

Die Grundzeichnung kann sich nach zwei Richtungen hin abändern. Es kann einerseits eine Reduktion der Zahl der Zeichnungselemente eintreten, andererseits können die einzelnen Elemente innerhalb der Arten in zunehmendem Maße miteinander verschmelzen, so daß die Grundfärbung immer mehr zurückgedrängt wird.

Abb. 2. *Eurydema dominulus* Scop. (Beinfärbung nicht eingetragen.)

Das Beispiel für die Verminderung der Fleckenzahl ist die Art *dominulus* Scop. (Abb. 2a), bei der der Fleck des Exocoriums stets fehlt. (Fleck 8 der Abb. 1.)

Bei der Art *fieberi* Fieb. sind die Zeichnungsfaktoren auf dem Pronotum, dem Schildchen und den Halbdecken in typischer Weise miteinander verbunden und im Einzelnen vergrößert (Abb. 5a). Auf dem Pronotum sind je 3 Flecken je zu einer größeren Makel vereinigt, die aber in der Regel noch einige helle kleine Flecken aufweist.

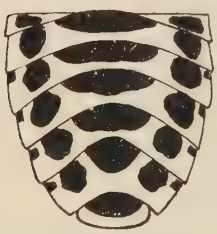


Abb. 3. *Eurydema dominulus* Scop. Ventralseite des Abdomens.

Die „*Kohlwanze*", im engeren Sinne die Art *oleracea* L., zeigt eine maximale Verdunkelung der Oberseite infolge fortgeschrittener Verschmelzung aller Makeln (Abb. 9).

Die Modifikabilität der Zeichnung innerhalb der einzelnen Arten.

a) Zeichnung des Pronotums, Schildchens und der Hemielytren.

Die bisher besprochenen Zeichnungen stellen für jede Art einen Grundtypus dar.

Innerhalb jeder Art kommen jedoch erhebliche Abweichungen von der typischen Zeichnung vor, die in der Systematik größtenteils mit Namen belegt sind.

***Eurydema ornata* L.**

Wie auch bei den anderen Arten ist die Gestalt der Einzelflecken bei verschiedenen Individuen recht verschieden. Die Abweichungen von der für die Art charakteristischen Grundzeichnung (Abb. 6a) bewegen sich meist in der Richtung der Aufhellung. Einzelne Flecken werden kleiner oder verschwinden schließlich ganz (Abb. 6b bis f). Andererseits zeigen manche Zeichnungselemente die Tendenz, miteinander mehr oder weniger zu verschmelzen (Abb. 6 b, c).

***Eurydema ventrale* Klt.**

Die in Deutschland nicht vorkommende Art, die mir aus Kreta und Indien vorliegt, gleicht der *ornata* L. in bezug auf die Zeichnung des Halsschildes, des Schildchens und der Hemielytren außerordentlich. Die 6 schwarzen Makeln des Pronotums gehen manchmal paarweise (Fleck 2 u. 3 oder 3 oder 1, vergl. Abb. 1) ineinander über. Ob die schwarzen Flecken der Zeichnung allgemein, wie Stichel meint, wirklich größer sind als bei *dominulus* Scop. scheint mir etwas zweifelhaft. Von *ornata* L. unterscheidet sich *ventrale* Klt. durch das rote Tergum (siehe weiter unten).

***Eurydema dominulus* Scop.**

Wie bei *ornata* L. sind auch bei *dominulus* Scop. die 6 Flecken des Halsschildes in der Regel durchaus nicht immer voneinander isoliert. In einigen Fällen können die Flecken 1 und 1^1 oder die Flecken 1 und 3 und 1^1 und 3^1 ineinanderfließen. Aus einem umfangreichen Material wird man wahrscheinlich auch noch andere Verschmelzungsarten der Halsschildflecken herausfinden können.

Der laterale Fleck des Exocoriums (8 in Abb. 1) fehlt bei *dominulus Scop.* stets (Abb. 2a). Dagegen greifen die Flecken 10 und 11 (Abb. 1) oft etwas auf das Exocorium hinüber (Abb. 2a). Manchen Stücken fehlt das Fleckenpaar 11 und 11^1 (Abb. 2b). Bei anderen Individuen ist die Reduktion des schwarzen Pigmentes noch weiter fortgeschrittenen (Abb. 2c).

***Eurydema fieberi* Fieb.**

Die 6 Flecken des Pronotums sind je 3 zu einem größeren Flecken verschmolzen, der aber noch einige rote Pünktchen erkennen läßt (Abb. 5a). Die Flecken des Schildchens und der Halbdecken sind stark miteinander verbunden (Abb. 5a). Die schwarze Zeichnung schimmert erzbläulich.

***Eurydema oleracea* L.**

Die 6 Flecken des Pronotums sind zu je 3 vollständig zu einer großen Makel verschmolzen. Das Zusammenfließen der Flecken auf dem Scutellum und den Hemielytren ist noch weiter fortgeschritten als bei *fieberi* Fieb. (Abb. 9). In den Einzelheiten variiert die Zeichnung des Schildchens und der Halbdecken erheblich. So kann z. B. das ganze Corium, abgesehen von einem schmalen Seitenrand, schwarz sein. Des-

gleichen kommen Individuen mit ganz schwarzem Schildchen vor. Demzufolge sind zahlreiche Formen beschrieben worden, deren Namen die Stichelsche Bestimmungstabelle fast sämtlich bringt (Lief. 1, S. 30, 31), auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll, da ja ohnehin gerade die „Kohlwanze" *Eurγd. oleracea* L. am besten bekannt, und artlich auch am leichtesten abzugrenzen ist.

b) Zeichnung der Ventralseite des Abdomens.

Von der Aufstellung einer Grundzeichnung der Ventralseite des Abdomens innerhalb der Gattung *Eurydema* soll abgesehen werden. Am ehesten könnte die Fleckenzeichnung der Art *dominulus* Scop., wie sie in Abb. 3 dargestellt ist, als eine solche Grundzeichnung betrachtet werden, weil die einzelnen überhaupt vorhandenen Zeichnungselemente hier sämtlich vorkommen. Diese Elemente bestehen aus einer medianen Reihe mehr oder weniger länglich gestreckter, schwarzer, am Vorderrand jedes Sternites gelegener Flecken; ferner aus 2 Reihen unregelmäßig scheibenförmiger Flecke, deren jeder je 1 Stigma in seiner Fläche birgt und je einer lateralen Reihe viereckiger kleiner Flecke auf den Connexiva.

Die zuletzt genannten Flecken der Connexiva sind bei sämtlichen, sonst im Einzelnen recht variabelen, mir vorliegenden Individuen von *oleracea* L. stets vorhanden, während sie innerhalb einer Spezies sämtlicher anderen Arten entweder vorhanden sind oder ganz fehlen.

Wie die Oberseite des Halsschildes und der Halbdecken zeigt auch die Ventralseite des Abdomens einerseits die Tendenz zur Aufhellung, andererseits zur Ausbreitung des schwarzen Pigmentes. Die hellste Unterseite des Bauches findet man bei manchen Individuen von *ornata* L. (Abb. 7f). Das entgegengesetzte Extrem, fast völlige Schwärzung der ventralen Abdominalseite zeigen viele Exemplare von *oleracea* L. (Abb. 10).

Stichel hat sich in seiner Bestimmungstabelle dafür entschieden, *pecorata* H. S. und *ornata* L. (= *festiva* L.) als zwei getrennte Arten aufzufassen. Stücke mit großem keilförmigen Bauchfleck gelten als zu *decorata* H. S. gehörig und Individuen mit einfarbig rotem oder rotgelben Bauch sollen zu *ornata* L. (= *festiva* L.) gestellt werden.

Ich komme, wie oben schon gesagt, zu dem Ergebnis, daß *decorata* H. S. nur eine Form von *ornata L.* sein kann.

Eurydema ornata L.

Die seitlichen Flecken der Connexiva können vorhanden sein oder ganz fehlen. Die Stigmen sind stets von kleinen schwarzen Flecken eingerahmt. Was die mediane schwarze Zeichnung anbelangt, so läßt sich eine kontinuierliche Reihe von Individuen mit maximal ausgebildetem schwarzen Keilfleck (Abb. 7a) bis zum völligen Schwinden eines solchen

(Abb. 7 f) aufstellen. Gerade das Vorhandensein von Übergangsformen, wie deren einige in Abb. 7 b, c und d dargestellt sind, und die zweifellos über e zu f führen, veranlassen mich dazu, *decorata* H. S. in die Art *ornata L.* als Form hineinzubeziehen.

***Eurydema ventrale* Klt.**

Die seitlichen Flecken der Connexiva können vorhanden sein oder ganz fehlen. Sämtliche mir vorliegenden Individuen sind im Prinzip gezeichnet wie die Art *dominulus* Scop. (Abb. 3) ein Umstand, der wie die rote Färbung des Tergums auf die nahe verwandtschaftliche Beziehung zwischen *dominulus* Scop. und *ventrale* Klt. hinweist.

***Eurydema dominulus* Scop.**

Die seitlichen Flecken der Connexiva können vorhanden sein oder gänzlich fehlen. Die Stigmen liegen jedes innerhalb eines großen rundlichen Fleckens, so daß zwei Fleckenreihen entstehen. Median eine Reihe gestreckt ovaler Flecke, jeder am Vorderrand eines Sternites gelegen (Abb. 3). Die Zeichnung ist wenig veränderlich.

***Eurydema fieberi* Fieb.**

Die seitlichen Flecken der Connexiva können vorhanden sein oder völlig fehlen. Die Stigmen sind von mehr oder weniger kräftig ausgebildeten Makeln umgeben, so daß zwei deutliche Fleckenreihen entstehen (Abb 6a), die mit den Connexiv-Flecken in größerem oder geringerem Grade verschmelzen können (Abb. 6 b, c, d). Median ein schwarzer Keilfleck von recht verschiedener Kontur (Abb. 6 a bis d). In bezug auf die Reduktion dieses Fleckes bei einzelnen Individuen wiederholt sich ein ähnlicher Vorgang wie bei *ornata decorata* H. S. (Abb. 6a bis d).

***Eurydema oleracea* L.**

Die zeitlichen Flecken der Connexiva scheinen stets vorhanden zu sein. Die sonstige Fleckenzeichnung kann der von *dominulus* Scop. (Abb. 3) entsprechen, oder es kann eine fast völlige Schwärzung der ganzen Bauchfläche eintreten (Abb. 10).

Die Färbung des Tergums = Gesamtheit der Tergite.

Für die Gruppierung der *Eurydema*-Arten und ihre Artbestimmung ist die Färbung der Tergite von großer Wichtigkeit. Eine Untersuchung sämtlicher mir zur Verfügung stehenden Vertreter der Gattung zeigte, daß das Tergum innerhalb einer Art entweder schwarz (Abb. 8 a, b) oder ebenso konstant rot ist. Im letzteren Falle stets mit Ausnahme der letzten beiden Tergite (Abb. 4 a, b und Abb. 5 b).

Die Connexiva tragen auch dorsal eine Reihe viereckiger schwarzer Flecken, wenn eine solche Reihe ventral sichtbar ist (Abb. 4 a und Abb. 8 a).

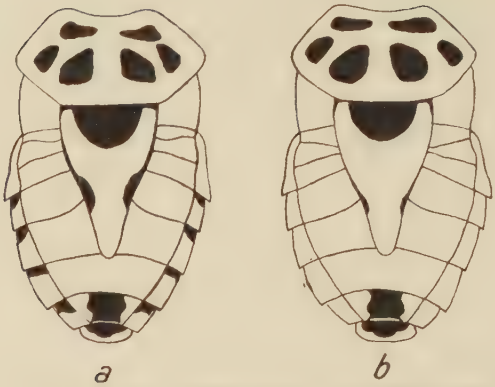


Abb. 4. *Eurydema dominulus* Scop. Die Hemielytren sind entfernt, um die Zeichnung des Tergum zu zeigen.

Abb. 5. *Eurydema fieberi* Fieb. *a* Zeichnung der Oberseite (Färbung der Beine nicht eingetragen), *b* die Hemielytren sind entfernt, um die Zeichnung des Tergum zu zeigen. Con. Connexivum.

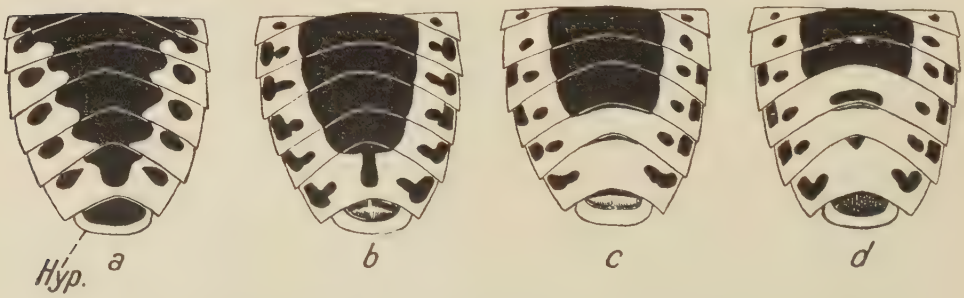


Abb. 6. *Eurydema fieberi* Fieb. Ventralseite des Abdomens. Die Figurenreihe zeigt die Modifikabilität der Zeichnung in bezug auf den schwarzen „Keilfleck". Hyp. Hypogydium.

Abb. 7. *Eurydema ornata* L. Variabilität der dorsalen Zeichnung. *a—d* f. *decorata* H. S.

Abb. 8. *Eurydema ornata* L. Ventralseite des Abdomens. Die Figurenreihe zeigt die Modifikabilität der Zeichnung.

Die sonstige Körperfärbung.

Die Färbung des Kopfes, der Ventralseite des Thorax und der Beine soll bei der Aufstellung der Bestimmungstabelle keine Berücksichtigung finden.

Die Färbung der Kopfoberseite kann innerhalb einer Art wechseln. Oft ist die ganze Dorsalseite des Kopfes, mit Ausnahme eines schmalen Randes, schwarz. In anderen Fällen ist die Schwarzfärbung nicht so ausgedehnt. Vergleiche hierzu die Abb. 2a, 5a, 7a u. f. sowie 10.

Die Ventralseite des Thorax ist bald heller, bald dunkler gefärbt.

Die Beine sind wechselnd in der Farbe, unter Umständen ganz schwarz, manchmal vorwiegend rot oder gelb, bei vielen Individuen rot bezw. gelb mit dunklen Pigmentstellen.

Die Gesamtfärbung der Arten ist von klimatischen Einflüssen (nach Rusanova 19) abhängig und ist je nach der Jahreszeit, in der die Entwicklung stattfindet, verschieden. Ob diese in Sibirien gemachten Beobachtungen auch für Europa Bedeutung haben, wäre im Einzelnen noch zu prüfen.

Bestimmungstabelle.

Familie: ***Pentatomidae*** Leach.
Subfamilie: *Pentatominae* Stal.
Genus: ***Eurydema*** Lap.

Grundfarbe rot, rotgelb, gelbweiß oder fleckig weißgelb-rötlich. Schwarz gezeichnete Arten. Das manchmal ins Bläulich- oder Grünlich-Metallische spielende Zeichnungsmuster kann sich durch Zusammenfließen der Zeichnungselemente stark ausdehnen und die Grundfarbe bis auf Reste verdrängen. 6—10 cm lange Arten.

1. Tergum, mit Ausnahme der beiden letzten Sternite, rot, oder gelbrot. (Abb. 4, 5b.)
   a) Exocorium rot[1]), ohne schwarzen Fleck in der Mitte. Die 6 schwarzen Makel des Pronotums in der Regel voneinander isoliert. Scutellum mit einem großen, schwarzen, rundlich-dreieckigen Basalflecken, daneben mit 1 kleinen, schwarzen Fleck in jeder Ecke, von dem je 1 schmaler, schwarzer Saum zu je 1 kleinen, lateralen, schwarzen Flecken kurz vor der Spitze führt. Clavus wie bei allen folgenden Arten stets schwarz. Mesocorium mit breitem, schwarzen inneren Längsstreifen, der hinter der Mitte winklig nach außen umbiegt und einem kleinen, in der Größe wechselnden, schwarzen Apikalfleck (Abb. 2a). Abdominalsternite in der Mitte jedes mit je einem basalen, queren, schwarzen Flecken sowie jederseits dieses Fleckes je mit 1 kleineren, länglich-ovalen Fleck (Stigmenflecken [Abb. 3]). Connexivum dorsal und ventral rot oder mit einer Reihe kleiner, viereckiger, schwarzer Flecken. (Abb. 3 u. 4). 6—8 mm lang.
      dominulus Scop.
      α) Mesocorium ohne Apikalfleck . . . . . f. *immaculata* Stich. (Abb. 2b.)
      β) Mesocorium, mit Ausnahme eines rundlichen, schwarzen Mittelfleckes und eines kleinen, schwarzen Fleckens, an der Basis des Halsschildes rot.
      f. *schirmeri* Schum. (Abb. 2c.)

[1]) Zuweilen ragt nur die Zeichnung des Mesocorium in das Exocorium hinein.

Verbreitung: Ganz Europa, fast ganz Rußland. Ostindien.

Nahrungspflanzen: Cruciferen und Umbelliferen, *Cardamine*, *Nasturtium*, *Juniperus*, *Mentha* (nach Stichel). Oft zahlreich auf Gräsern von Wiesen und Wegrändern. An Unkräutern in Gärten.

Wirtschaftliche Bedeutung: Sehr schädlich an Mairüben, deren Blätter die Jugendstände und die Vollkerfe durch Anstechen und Aussaugen des Gewebes zum Welken bringen. Die Pflanzen verkümmern bei starkem Befall völlig. Die Überwanderung von Wiesen und Wegrändern auf die Mairüben konnte beobachtet werden.

b) Exocorium rot mit schwarzem Fleck in der Mitte. Sonst wie die vorige Art gezeichnet. Die schwarzen Flecken vielleicht im Durchschnitt etwas größer. Die Makeln des Pronotum können paarweise ineinanderfließen. 9—10 mm lang.
ventrale Klt. (= *ornata* L.).
(Es sind mehrere Formen der Art beschrieben worden.)

Verbreitung: Mediterranes Gebiet, in Deutschland nicht nachgewiesen. Mittel- und Südrußland. Scheint bis Indien verbreitet. Jedenfalls unterscheiden sich indische Individuen nicht von solchen aus Kreta.

Biologie: In Stavropol (Rußland) nach Grinev (3) jährlich 2 Generationen. Eiablage der 2. Generation Ende Juli, Anfang August an Cruciferen. Vollkerfe überwintern (nach Rusanova [19] in geschlechtsunreifem Zustand) unter abgefallenem Laub und erscheinen im Frühling an Kreuzblütern, an denen sie zunächst einem Reifungsfraß obliegen. Kopula Mitte Mai. Eiablage jedesmal zu je 12 Stück an der Ober- und Unterseite von Blättern verschiedener Cruciferen und Gräser in Gestalt einer Doppelreihe. Jedes ♀ produziert nach Rusanova (9) 7 Eigelege in Abständen. Eine erneute Begattung ist zwischen aufeinanderfolgenden Eiablagen nicht erforderlich. Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago 40—45 Tage.

Nahrungspflanzen: Cruciferen, Getreide.

Wirtschaftliche Bedeutung: Schädlich an kultivierten Kreuzblütern des Feld- und Gartenbaues. Nach Grinev (3) sind in Rußland die Larven der 2. Generation den Cruciferen besonders verderblich. Nach Uvarow (28) verursachen die im Frühjahr aus dem Winterquartier erscheinenden Vollkerfe den Hauptschaden (in Stavropol), während die Larven der 2. Generation meist nur an den äußeren Kohlblättern fressen und wenig schaden. In Saratov und Astrachan ein großer Kohlschädling, ferner dort an Senf, Rettig und Raps häufig schädlich. In Portugal als Getreideschädiger bekannt.

c) Exocorium nur an den Schultern rot, sonst schwarz-metallisch schimmernd, nur der Seitenrand teilweise rot (Abb 5a). Pronotum jederseits mit je 1 Gruppe von je 3 fast völlig verschmolzener Flecken. Die gleichfalls metallisch schimmernden Flecken auf dem Scutellum und den Hemielytren zu einer zusammenhängenden Zeichnung verschmolzen (Abb. 5 a). Sternite des Abdomens mit medianem, gestaltlich wechselndem, manchmal reduziertem, schwarzem Keilfleck (Abb. 6 a—d). Connexivum rot oder dorsal und ventral mit einer Reihe schwarzer Flecken (Abb. 5 b und Abb. 6 a—d). 7,5—8,5 mm lang.
fieberi Fieb.
(mit mehreren Formen).

Verbreitung: Frankreich, Ungarn, Serbien, Kleinasien, Süd-Rußland. In Deutschland (nach Stichel [27]) in Bayern. — Schlesien?

Nahrungspflanzen: *Reseda lutea*, *Alyssum saxatile*, *Cardaria draba*, *Sisymbrium* (Stichel).

Wirtschaftliche Bedeutung: Nicht ermittelt.

2. Tergum, schwarz. (Abb. 9.)

a) Exocorium rot mit schwarzem Fleck in der Mitte (Abb. 7a), der selten fehlt (Abb. 7f)[1]). Die Zeichnung von Pronotum, Scutellum und Hemielytren im Prinzip wie bei *dominulus* Scop. Bei manchen Individuen ist die Fleckenzeichnung mehr oder weniger reduziert (Abb 7 b—f). Abdominalsternite rot (Abb. 8f) oder mit schwarzem Keilfleck (Abb. 8a). Zwischen beiden Extremen sind alle Übergänge vorhanden (Abb. 8 b—e). Connexivum dorsal und ventral rot (Abb. 8b) oder mit einer Reihe kleiner, schwarzer, viereckiger Flecken versehen (Abb. 8a und Abb. 9a). 6—8 mm lang.

ornata L. (= *festiva* L.).

α) Individuen mit deutlichem schwarzen Bauchkeil sind

f. *decorata* H. S. (Abb. 8 a—d.)

β) Individuen mit gelblich und rötlich gescheckter Grundfärbung sind

f. *picta* H. S.

(Sonstige Formen: *christophi* Jak., *simplex* Rey, *simplicissima* Rey siehe bei Stichel [27]).

Verbreitung: Ganz Europa, Rußland, Asien (China, Indien), Nord-Afrika.

Biologie: Bastardierungsversuche zwischen *ornata* L. *(festiva* L.) und *ventrale* Klt. *(ornata* L.) nach Rusanova (19) ohne Erfolg. Gelegentlich wird die Art durch Aussaugen der Eier von *Lophyrus*-Arten nützlich (Sitowski [26]). Biologische Daten nach Sacharow (21) denen von *ventrale* Klt. sehr ähnlich.

Nahrungspflanzen: An wilden und kultivierten Cruciferen. Besonders an Senf, Kohl, Rettig, Raps. Ferner an Wiesengräsern, Getreide, Kartoffeln. Auch an *Calluna*.

Wirtschaftliche Bedeutung: Schädling an Wiesengräsern, Getreide Kartoffeln (Rußland, Portugal), Kohl, Senf, Rettig, Raps, Salat, Spargel.

b) Exocorium nur an den Schultern gelb, rot oder weißlich, sonst schwarz, grünlich-erzschimmernd, nur der Seitenrand hell. Pronotum mit 2 großen, schwarzen Flecken, die teilweise miteinander verschmelzen können. Die gleichfalls metallisch schimmernden Flecken auf dem Scutellum und den Hemielytren zu einer zusammenhängenden Zeichnung verschmolzen, durch die die Grundfarbe sehr stark verdrängt wird (Abb. 10). Ventralseite des Abdomens mit Fleckenzeichnung ähnlich wie bei *dominulus* Scop. oder völlig schwarz (Abb. 11). Connexivum ventral und dorsal wohl stets mit einer Reihe kleiner, schwarzer, viereckiger Flecken. 5—6 mm lang.

oleracea L.

(mit 24 beschriebenen Färbungsabweichungen, von denen Stichel [27] 22 aufführt).

Verbreitung: Ganz Europa und Rußland.

Biologie: Die erwachsenen Tiere überwintern unter pflanzlichen Abfällen. Eiablage: Mai, Juni an Blättern. Embryonalentwicklung 4 Wochen (Kemner [5]). Im Spätsommer sind die Larven erwachsen. Gelegentlich nützlich durch Aussaugen von *Lophyrus*-Eiern (Sitowski [26]).

Nahrungspflanzen: Verschiedene Cruciferen: Kohl, Raps, Rettig. An Rüben, Rhabarber, Gräsern, Getreide, Kartoffeln. *Verbascum*, *Cochlearia*, *Cardamine*, *Linaria*, *Antirrhinum*, *Artemisia*.

Wirtschaftliche Bedeutung: Sehr schädlich an verschiedenen Gemüsepflanzen: Kohl, Rüben, Rhabarber. An Raps, Kartoffeln. An Getreide (Weizen,

[1]) Diese Form läßt sich von *dominulus* Scop. ohne weiteres durch ihr schwarzes Tergum, das bei *dominulus* Scop. rot ist, unterscheiden.

Roggen, Hafer), Wiesengräsern. An Zierpflanzen. Besonders Kohlpflanzen werden oft gänzlich abgetötet. Schon von Linné als Schädling erkannt. Er beschreibt eine Gradation von 1760. Zimmermann (33) meldet Massenauftreten für 1893, 1915, 1916.

Bekämpfung der Arten.

In der Nähe von Gärten sind bewachsene Wegränder zu vermeiden. Dort, wo Äcker an Wiesen angrenzen oder gar von Wiesen allseitig um-

Abb. 9. *Eurydema ornata* L.
Die Hemielytren sind entfernt, um das schwarze Tergum zu zeigen.

Abb. 10. *Eurydema oleracea* L.
Zeichnung der Dorsalseite.
Die Färbung der Beine nicht eingetragen.

geben sind, wie das oft in Bayern oder in der Schweiz der Fall ist, läßt sich einem Befall der Kulturgewächse durch Gemüsewanzen kaum vorbeugen, da die Schädlinge von den Wiesenpflanzen stets leicht auf die Kulturpflanzen überwandern können. Überwanderungen dieser Art sind festgestellt. Desgleichen ist bekannt, daß Gemüsewanzen von befallenen Kulturpflanzen auf noch nicht verseuchte Schläge überwandern.

Zur direkten Bekämpfung werden Spritzmittel verwendet. Reh (17) empfiehlt Spritzen mit Petroleumseifen-Emulsion oder mit 2 bis 4 prozent. Lysol, das nach 10 Minuten mit 4 prozent. Lysol zu wiederholen sei. Vodolagin (30) benutzte Seifenlösung und Tabakextrakt.

Abb. 11. *Eurydema oleracea* L.
Ventralseite des Abdomens extrem schwarz. Bei anderen Individuen sind die Sternite des Hinterleibes nicht schwarz, sondern mit einer Fleckenzeichnung versehen.

Das von Vodolagin empfohlene manuelle Einsammeln der Eier dürfte praktisch höchstens in kleinen Gärten in Frage kommen.

Verwendete Literatur.

1. Bogdanova-Katkova, L. J., (russischer Titel) Brief preliminary Report of the Work of the Entomological Department in 1916. Bull. Ent. Dept. Nikolaevsk Expt. Sta. Petersbnrg. 1918. S. 43.
2. Bogdanov-Katkov, N. N., (russischer Titel) Petrograd Kitchen Gardening and Pests, Petrograd Kitchen Gardening. Petersburg. 1911. S. 47.
3. Grinev, Yu., (russischer Titel), The Biology of *Eurydema ornatum* L. Acta Soc. ent. stauropol. Stavropol. 1925. S. 27.
4. Heymons, R., Vielfüßler, Insekten und Spinnenkerfe in Brehms Tierleben. Leipzig und Wien. 1915. S. 141.
5. Kemner, N. A., Rapssugaren (*Eurydema oleracea* L) Medd. fran Centralanstalten för Försöksväsendet på Jordbruksområdet. Nr. 122. Entomologiska Avdelningen. Nr. 23. Stockholm. 1915. S. 13.
6. Khlebnikov, M. S., (russischer Titel) Seasonal Colour Variation in *Eurydema oleraceum* L. Bullet. Siberian Ent. Bur. 1923. S. 63.
7. Kolosov, J. M., (russischer Titel) Materials for the study of the Entomology of the Ural region. I. Hemiptera-Heteroptera. Bulletin de la Société Ouralienne des Amis des Sciences Naturelles. Jekaterinburg. 1914. Bd. 34. S. 81.
8. Lind, J., Rostrup, S., und Kolpin-Ravn, F., Oversikt over Landbrugsplanternes sygdomme i 1913. Beretning fra Statens Forsögswirksamded i Plantecultur. Copenhagen. 1914.

8a. — — Oversikt over Landbrugsplanternes sygdomme i 1914. Ebendorf. 1915.

9. Linné, C., Fauna Suecica. Stockholm. I. Aufl. 1746. S. 207; II. Aufl. 1761. S. 251.

9a. — — Systema naturae. Ed. X. 1758. S. 446.

10. Megalov, A., (russischer Titel) Report of the Saratov Station for the Protektion of Plants. Défense des Plantes. Petersburg. 1825. S. 361.
11. Michailov-Doinikov, A., (russischer Titel) A few words on the pests in the orchards of Charabali. Astrachan orchard. Market-Garden and Bachza. 1914. S. 471.
12. Morris, H. M., Entomological Notes. Cyprus Agric. Il. XXII. Nicosia 1927. S. 65.
13. Noël, P., Les ennemis des laitues, des citrouilles, du laurier, des navets et des panais. Bull. Lab. Regional d'Entom. Agric. Rouen. S. 4. 1913. S. 4.
14. Oshanin, B., Verzeichnis der Palaearktischen Hemipteren. Bd. I. St. Petersburg. 1906—1909.
15. Prohaska, K., Beitrag zur Kenntnis der Hemipteren Kärntens. 1925. Bericht in Neuheiten Geb. des Pflanzenschutzes. Wien. 1925. S. 17.
16. Raevski, V. G., (russischer Titel) Studies in connection with Agricultural Pests in the Orenburg-Kirgiz Region in 1923. Bull. Liberian Ent. Bur. Petersburg. 1924. S. 66.
17. Reh, L., Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Sorauer). Bd. III. Berlin. 1913. S. 619.
18. Royer, M., Etude systématique sur *Eurydema oleraceum* L. et ses variétés. Bull. Soc. zool. France. Paris. 1925. S. 177.
19. Rusanova, V. N., (russischer Titel) On the Biology and Colouration of some Species of the Genus Eurydema. Défense des Plantes. Leningrad. 1926. S. 378.
20. Rushkovsky, S. A., (russischer Titel) Pests of Agriculture in the governt. of Ufa in 1913. Published by the Agronomical Department of the Zemstvo of the govt. of Ufa. Ufa 1914. S. 29.
21. Sacharov, N., (russischer Titel) Pests of mustard and methods of fighting them. Report of the Entomological Station of the Astrachan Society of Fruit-growing. Market-Gardening and Agriculture. Astrachan. 1914. S. 42.

21a. — — (russischer Titel) The injurious insects, noticed in the governt. of Astrachan from 1912—1914. From the report of the Station for 1914. Published by the Station Entomol. of Astrachan. Astrachan. 1915. S. 29.

22. Schreiner, I. T., (russischer Titel) Insects injurious to mustard in the governt. of Astrachan. The Protection of Plants from Pests. Supplement to Friend of Nature. Petersburg. 1915. S. 55.
23. de Seabra, A. F., Sinópse dos Hemipteros Heteróperos de Portugal. Mem. e Estudos Mus. zool. Univ. Coimbra. Ser. 1. Nr. 1. Fasc. III. 1926. S. 69.
24. Scopol, J. A., Entomologia Carniolica. Wien. 1773. S. 124.
25. Shembel, S. Ju., (russischer Titel) Report of the Astrakhan Station for the Protection of Plants from Pests for 1921. Astrakhan 1922. S. 1.
26. Sitowsi, L., Do biologji pasorzytow boreczniki (*Lophyrus* Latr.). Roczniki Nauk Rolniczych i Lesnych. XIV. Posen. 1925. S. 25.
27. Stichel, W., Illustrierte Bestimmungstabellen der Deutschen Wanzen. Lief. 1. Berlin. 1925. S. 28.
27a. — — Was ist *Eurydema ornata* L.? Deutsche Entomol. Zeitschr. 1926. S. 104.
28. Uvarov, B. P., (russischer Titel) Report of the Bureau of Entomology of Stavropol for the year 1912. St. Petersburg. 1913. (Published by the Central Board of Land Administration and Agriculture).
28a. — — (russischer Titel) Report of the Entomological Bureau of Stavropol for 1913. Published by the Department of Agriculture of the Central Board of Land-Administration and Agriculture. Petersburg. 1914. S. 86.
28b. — — und Glazunov, V. A., (russischer Titel) A review of pests. Report in the work of the Entomological Bureau of Stavropol for 1914. Published by the Department of Agriculture of the Ministery of Agriculture. Petersburg. 1916. S. 13.
29. Vassiliev, J. V., (russischer Titel) Two new species of the subfamily Telenominae (Hymenoptera, Proctotrupidae). Revue Russe d'Entomologie. Petersburg. 1915. S. 16.
30. Vodolagin, V., (russischer Titel) *Eurydema ornatum* L. and its Control. Astrakhan Stat. Plant Prot. Leaflet 54. Astrachan. 1925. S. 4.
31. Vukasović, P., Biological Notes on Hymenopterous Parasites (Serbisch). C. R. Acad. roy. Serbe. Nr. 119. Belgrad. 1926. S. 9.
32. Wahl, B., Die wichtigeren tierischen Schädlinge unserer gebräuchlichsten Gemüsearten. Mittg. d. landwirtsch.-bakter. u. Pflanzenschutzstation. Wien ohne Datum. S. 70.
33. Zimmermann, H., Die Kohlwanze *(Eurydema oleraceum* L.). Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. Stuttgart. Bd. XXVII. 1917. S. 193.
34. Zolotarevsky, B. N., (russischer Titel) Preliminary report on the work on Entomology in 1914. Published by the Stavropol. Caucasian Agricultural Experimental Station of the Stavropol Municipal Authority. Stavropol. 1915. S. 12.
35. Zvierezomb-Zubovsky, E., (russischer Titel) Brief report on the Work of the Don Bureau for the Control of Pests of Agricultural Plants for 1917 and Review of the Pests of Agriculture in the Don Province. Rostoff. 1918. S. 36.

Referate.

Speyer, Walter, Der Apfelblattsauger, *Psylla mali* Schmidberger. Monographieen zum Pflanzenschutz, herausgegeben von H. Morstatt, Bd. 1. Berlin, Julius Springer. 1929. 127 S. 59 Abbildungen. Preis RM. 9,60.

Speyers Apfelblattsauger ist das Resultat vierjähriger gründlicher Arbeiten. Eigene Untersuchungen und eine umfassende Kenntnis der einschlägigen Literatur insbesondere auch jener des Auslandes setzten Verfasser in den Stand ein abgerundetes Bild dieses Schädlings von internationaler Bedeutung zu geben. Systematische Stellung und Synonymie, Nährpflanzen und geographische Verbreitung der Art werden kurz besprochen; ausführlich sind Anatomie und Morphologie der Imago und Entwicklungsstufen behandelt, ebenso Lebensweise, Feinde und Parasiten, Methodik der Untersuchung und die Bekämpfung des Schädlings. Letzterer Abschnitt gibt erschöpfende Auskunft über alle Versuche und Erfahrungen, die bisher auf dem Gebiet der Psyllabekämpfung vorliegen Dem Sinn der ganzen Sammlung entsprechend hätte der morphologisch-anatomische Teil eine etwas kürzere Behandlung verdient. Aus dem Inhalt sei folgendes mitgeteilt: Schadauftreten von P. mali Sch. ist aus fast sämtlichen Ländern mit warmgemäßigtem Regenklima des eurasiatischen Kontinents bekannt. Seit 1919 ist die Art nach Kanada verschleppt, ebenso ist ihr schädliches Auftreten aus Australien bekannt geworden. Ihr gesamtes Verbreitungsgebiet liegt zwischen der 3^0 und 9^0 Jahresisotherme, wobei ihr Auftreten an hohen relativen Luftfeuchtigkeitsgehalt gebunden zu sein scheint. *P. mali* hat im deutschen Befallsgebiet nur eine Generation im Jahr. Das Eistadium währt von Anfang September bis Anfang April, die restliche Entwicklungszeit bis zum Schlüpfen der Imago 41 bis 64 Tage. Entscheidend für den Gradationsverlauf ist die Witterung in den Monaten September und Oktober (Zeit der Eiablage). Die Eizahl pro Weibchen und Jahr wird auf 100 geschätzt. Der Schaden kann beträchtlich sein: bei Massenauftreten sind 100prozentige Ernteverluste nichts Ungewöhnliches. Unter den Feinden spielen Vögel (Schwalben, Meisen) eine gewisse Rolle, ferner Libellen, Coccinelliden und deren Larven (*Adalia bipunctata* L.), Syrphidenlarven (*Syrphus auricollis* Meig.), Raubwanzen (*Anthocoris nemorum* L.) und Florfliegenlarven (*Boriomyia* spez.). Als Endoparasit der Imagines wurde eine Cecidomyidenlarve festgestellt, die unter günstigen Bedingungen 50 bis 60% der Tiere befällt. Bei weiblichen Apfelsaugern führt die Parsitierung zur völligen Sterilität. Von Pilzkrankheiten ist die durch *Entomophthora sphaerosperma* Fres. hervorgerufene sehr beachtenswert. Die Kanadier sollen mit ihrer Hilfe biologische Bekämpfungserfolge erzielt haben. Unter deutschen Verhältnissen bewährt sich Spritzen mit 10prozentigem Obstbaumkarbolineum zuverlässiger Herkunft gegen die Eier im Februar oder Anfang März angewendet am besten. Gegen Larven leisten Tabakextraktschmierseifenlösungen, gegen Imagines Verschwälung von Nikotin gute Dienste. Doch ist von diesen beiden Verfahren, besonders das letztere wegen seiner Kostspieligkeit unter deutschen Verhältnissen unwirtschaftlich. Zwölfer.

Wille, Joh., Die Rübenblattwanze *Piesma quadrata* Fieb. Monographieen zum Pflanzenschutz, herausgegeben von H. Morstatt, Bd. 2. Berlin, Julius Springer, 1929. 116 S. 39 Abbildungen. Preis RM. 9,60.

Das Werk gibt einen guten, auf eigenen Beobachtungen und kritischer Literaturdurchsicht fußenden Überblick vom gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse der Rübenblattwanze, die sich seit der Jahrhundertwende in Deutschland als Zucker- und Futterrübenschädling stellenweise empfindlich bemerkbar macht. Systematische Stellung, Nährpflanzen, Verbreitung und Ausdehnung der Schadgebiete sowie Morphologie des Schädlings und seiner Larvenstadien werden kurz besprochen. ausführlich geht Verfasser auf die Biologie von *P. quadrata* Fb. und die durch das Insekt hervorgerufene Kräuselkrankheit der Rüben ein. Das Schlußkapitel behandelt die Bekämpfung des Schädlings, die nach unsern jetzigen Kenntnissen relativ einfach und in wirtschaftlich lohnender Weise durchführbar ist (Anlegen von Fangstreifen durch frühzeitige Saat, Vernichtung der Wanzen in denselben durch Stäuben von Ri 26). Von besonderem Interesse ist der Umstand, daß *P. quadrata* Fb. erst durch den Wechsel ihrer Nährpflanzen und den damit verbundenen Übergang auf ein Kulturgewächs wirtschaftliche Bedeutung erlangt hat. Diese Umstellung ist stellenweise heute noch im Gange. Eiablage beginnt im April und hält bis in den August hinein an. Die Durchschnittszahl der abgelegten Eier pro Weibchen beträgt 160. Normalerweise entwickelt sich jährlich nur eine Generation, unter günstigen Verhältnissen kann zum Teil eine zweite Generation zustande kommen, was für den Gradationsverlauf von Bedeutung ist. Von den Larven sind die Stadien I—III gegen Witterungseinflüsse am empfindlichsten. Feinde und Parasiten der Rübenblattwanze wurden bislang nicht beobachtet, hingegen spielt die Bodenart (leicht oder schwer) neben der Witterung beim Zustandekommen einer Gradation eine Rolle. In wirtschaftlicher Hinsicht besteht der Hauptschaden von *P. quadrata* Fb. in der Übertragung der Kräuselkrankheit, deren Erreger, wie Verfasser nachweist, nur durch die Imagines von *P. quadrata* Fb. verschleppt wird. Zwölfer.

Sachtleben, Hans, Die Forleule, *Panolis flammica* Schiff. Monographieen zum Pflanzenschutz, herausgegeben von H. Morstatt, Bd. 3. Berlin, Julius Springer, 1929. 160 Seiten. 35 Abbildungen. 1 Farbtafel. Preis RM. 16,—

Es muß dem Verfasser als Verdienst angerechnet werden, die Fülle von Beobachtungen über die Kieferneule. die bislang in der Literatur zerstreut niedergelegt waren, zusammengetragen zu haben. So wird das Werk für jeden, der sich mit Studien über die Kieferneule befaßt — sehr viele Fragen über diesen Schädling harren noch der Lösung — ein wertvolles Hilfsmittel bilden. Neben einem Überblick über die bisherigen Eulenkalamitaten, der Ergänzung zu älteren Angaben bringt, behandelt Verfasser kurz Synonymie, geographische Verbreitung und Morphologie. Ausführlich besprochen wird die Biologie der Kieferneule und ihrer Entwicklungsstufen, der Verlauf einer Gradation, sowie die hierfür wesentlichen ökologischen Faktoren, wobei neben Daten über die Lebensweise der wichtigsten Forleulenparasiten ein ausführliches Verzeichnis derselben nebst Liste ihrer Synonyme gegeben wird. Das Verhalten der Kiefern nach Forleulenkalamitäten, dessen Kenntnis im einzelnen Fall für die Entscheidung, ob bei Kahlfraß Hieb zu erfolgen hat oder nicht, von größter Wichtigkeit ist, sowie das Kapitel über Bekämpfungsmaßnahmen, das die bisherigen Erfahrungen auf diesem Gebiet zusammenfaßt, werden dem Praktiker besonders willkommen sein. In seiner Forderung, zur Klärung des Forleulenproblems biocönotische Untersuchungen unter normalen Verhältnissen und nicht nur unter Gradationsbedingungen vorzunehmen, muß dem Verfasser unbedingt beigepflichtet werden. Sie gilt sinngemäß auch für andere Schädlinge. Zu bedauern ist, daß Verfasser Bodenheimers Arbeit (Biol. Zentralbl. 48/1928) übersehen hat, die auf

frühere Untersuchungen Sachtlebens in der Forleulenfrage bezug nimmt. Sie gibt einen neuen fruchtbaren Gesichtspunkt zur Beurteilung des Problems der Forleulenkalamitäten.
Zwölfer.

Bodenheimer, Fr. S. und **Theodor, O.,** Ergebnisse der Sinaiexpedition 1927. Leipzig 1929. 140 S. 24 Taf. 7 Abb. Preis 12,— Rm.

Das Sinaigebiet — durch eigenartige tiergeographische Verhältnisse ausgezeichnet — ist faunistisch noch wenig erforscht. So bildet die vorliegende Arbeit einen äußerst wertvollen Beitrag zu seiner Kenntnis. Auf zahlreiche treffliche Lichtbilder und Abbildungen gestützt, verstehen es die Verfasser dem Leser ein lebendiges Bild ihrer Beobachtungen zu übermitteln. Diese bezogen sich in erster Linie auf die Klärung des Ursprunges des Tamariskenmannas. Die Ansichten über denselben waren bislang geteilt: Nach einer Auffassung sollte es ein Ausschwitzungsprodukt der Mannatamariske (*Tamarix mannifera* Dec. und ihr Formenkreis) sein, nach anderer Ansicht sollte es von der Tamariske aus den Stichkanälen ausgeschieden werden, die durch eine von Ehrenberg beobachtete Schildlaus erzeugt wurden. Die Ergebnisse der Sinaiexpedition zeigten indessen, daß das Tamariskenmanna — welches wie die Verfasser überzeugend auseinandersetzen mit dem klassischen Manna der Bibel zu indentifizieren ist — ein dem Honigtau entsprechendes Exkret der Schildläuse *Trabutina mannipara* (Ehrbg.) Bdhmr. und *Najacoccus serpentinus* var. *minor* Green vorstellt. Erstere Art ist namentlich in den tieferen Lagen, letztere in den höheren Gebirgslagen an der Mannaproduktion beteiligt. Weiteren Anteil hieran, jedoch in ganz unbedeutendem Ausmaß, haben die beiden Homopteren *Euscelis decoratus* Hpt. und *Osius jucundus* Leth. Das Manna, das auch heute noch von den Eingeborenen des Sinaigebietes wirtschaftlich verwendet wird, nimmt infolge des ariden Klimas dieser Gegenden nach der Ausscheidung feste kristalline Beschaffenheit an. — Neben allgemein ökologischen Beobachtungen (Klima, Einfluß geologischer Formationen auf die Fauna, Wasserverhältnisse und Pflanzenwelt) teilen die Verfasser ferner ihre Beobachtungen über Vertebr. Orth. und Coleopt. mit, sowie über die Schädlinge der Kulturpflanzen des zentralen Sinaigebietes und dessen hygienisch wichtigste Insekten. Anhangsweise enthält das reichhaltige Werk wertvolle systematisch-zoologische Beiträge zur Kenntnis der Sinaifauna von Uvarov (Orth.), Bodenheimer (Coccidien), Witenberg (Parasitische Würmer) Menozzi (Formiciden), sowie botanische Beiträge von Pinna und Warburg.
Zwölfer.

Dahl, Friedrich, Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. 14. Teil: Schmetterlinge oder Lepidopteren II. Nachtfalter (Heterocera): Macrolepidopteren. Von Max Gaede. 333 S. u. 197 Abb. im Text. Preis 22 Rm. 16. Teil: Urinsekten oder Apterygota *Protura, Collembola, Diplura Thysanura*). Von Eduard Handschin. 150 S. u. 234 Abb. im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1929 Preis 16,— Rm.

Nachdem im Jahre 1925 der I. Teil der Schmetterlinge (die Tagfalter) erschienen ist, folgt nun von Max Gaede bearbeitet, der II. Teil: Nachtfalter (Heterocera): Macroepidoptera. Da es sich hier um ein reines Bestimmungsbuch handelt, so kann man hier darüber hinwegsehen, daß Gruppen, die nach den neueren systematischen Erkenntnissen zweifellos zu den Kleinschmetterlingen gehören, hier zu den Macros gestellt werden, wie z. B. die Sesiiden, Cossiden u. a. Es wird zunächst ein Bestimmungsschlüssel über die Familien gegeben, dann ebenso bei jeder Familie eine Bestimmungstabelle für die Gattungen, und endlich auch innerhalb jeder größeren Gattung die Bestimmung der einzelnen Arten durch dichotomische Gegenüberstellung erleichtert. Bei jeder Art ist auch die Raupe kurz beschrieben und das Vorkommen bemerkt. Etwas ausführlichere

Angaben über die Bionomie wären wünschenswert, ebenso eine reichlichere Beigabe von Abbildungen, die gerade für die Zeichnungen der Schmetterlinge schwer durch Beschreibungen zu ersetzen sind.

Sehr willkommen wird allen Entomologen der 16. Teil des Werkes sein, die Bearbeitung der Urinsekten durch Handschin, die eine sehr gute Einführung in das den meisten Entomologen etwas ferner liegende Gebiet darstellt. Die Arbeit wird dem neuesten Stand der Wissenschaft gerecht, enthält eingehende Literaturverzeichnisse, gute Tabellen und Einzelbeschreibungen, ferner auch ausreichende biologische Angaben, und endlich eine sehr reiche und gute Illustrierung. Sicherlich wird das ausgezeichnete Werk viel dazu beitragen, das Interesse an den Urinsekten wesentlich zu heben.

K. E.

Ewing, Henry Ellsworth, A Manual of external parasites. 225 S. 96 Abb. London, Verlag Bailliere, Tindall and Cox, 1929. Preis 16,— Rm.

Verfasser gibt eine Übersicht über die bisher bekannten tierischen und pflanzlichen Ectoparasiten, die den Acarinen, Ixodiden, Mallophaga, Anopleura und Siphonaptera angehören. Bestimmungsschlüssel für Familien und Gattungen, gutes Abbildungsmaterial und Literaturnachweise erhöhen die praktische Brauchbarkeit des Werkes. In erster Linie für den medizinisch orientierten Entomologen bestimmt, ist das Buch für jeden wissenschaftlich arbeitenden Entomologen, der mit den behandelten Tierformen zu tun hat, ein wertvolles Hilfsmittel.

Zwölfer.

Przibram, Hans, Experimental-Zoologie. VI. Zoonomie. Eine Zusammenfassung der durch Versuche ermittelten Gesetzmäßigkeiten tierischer Formbildung (Experimentelle, theoretische und literarische Übersicht bis einschließlich 1928). 429 S. 16 Taf. Leipzig und Wien, Verlag Franz Deuticke, 1929. Preis 40,— Rm.

Das vorliegende Werk, daß die Ergänzung der vor zwei Dezennien erschienenen fünfbändigen Experimentalzoologie desselben Verfassers bildet, gibt eine gedrängte Übersicht über die Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet seit dem Erscheinen des letzten Bandes und deren theoretische Zusammenfassung. Dem Entomologen, der sich mit experimentellen Fragen beschäftigt, wird das Buch, das dem neusten Stande der Forschung entspricht, und ein ausführliches Literaturverzeichnis enthält, ein unentbehrliches Nachschlagewerk sein.

Zwölfer.

Nabours, R. K., The Genetics ot the Tettigidae (Grouse Locusts). Bibliographia Genetica. V. 1929. S. 29—104.

Verfasser berichtet über die Vererbungsverhältnisse bei der Gruppe der Tettigidae (Orth.), von denen zahlreiche Arten — durch eine außerordentliche Variabilität der Färbung ausgezeichnet — sich für Vererbungsversuche besonders eignen. Die im großen Maßstab durchgeführten Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von 19 Jahren und umfaßten 65 Generationen. Die Arbeit enthält ferner Beobachtungen über die Biologie der Tettigiden, Erfahrungen über ihre künstliche Zucht, sowie Mitteilungen über Polyandrie, Parthenogenese und die Genitalorgene dieser Gruppe.

Zwölfer.

Die Rohstoffe des Tierreichs. Herausgegeben von F. Pax und W. Arndt. 2. Lieferung, enthaltend Bd. II Bog. 11—26. 3. Lieferung, enthaltend Bd. I. Bog. 1—10. — Verlag von Gebr. Borntträger, Berlin 1929. Preis der 2. Lieferung Rm. 18.—, der 3. Lieferung Rm. 12.—.

Die 2. Lieferung enthält im Kap. XII: Schmucksachen, kunstgewerbliche Arbeiten und Drechslerrohstoffe aus wirbellosen Tieren (handelt hauptsächlich von Mollusken).

Das XIII. Kapitel behandelt Tiergalvanolplastiken, das XIV. Schleif-, Glättungs-, Polier- und Putzmittel (Radiolarien, Schwämme, Fischhaut usw.), das XV. Insektengallen und das XVI. tierische Farbstoffe und Perlsilber.

Besonderes Interesse für den Entomologen haben die beiden letzten Kapitel. Der Abschnitt über Insektengallen ist von Hedike bearbeitet, wir erfahren darin viel Interessantes über die Geschichte der Verwendung der Gallen vom frühesten Altertum an, über die Herkunft der Gallen, über die Art ihrer Gewinnung, über die charakteristische (chemische) Zusammensetzung der Gallen, über ihre Verwendung und Bearbeitung, Materialprüfung usw. In dem Kapitel über tierische Farbstoffe behandelt Dingler die Cochenille und Kermes in ähnlicher Weise. Wie sehr die Cochenilleindustrie an Bedeutung verloren hat durch die Konkurrenz der Teerfarbstoffe, zeigt der Rückgang des Cochenille-Exportes von den Carnarischen Inseln von 2557000 kg im Jahre 1880 auf nur noch 482000 kg im Jahre 1888.

Die 3. Lieferung enthalt die „Fette, Öle, Lipoide, Wachse und Stearine rezenter Tiere. Als Produzenten dieser Stoffe kommen in Betracht Arthropoden, Fische, Reptilien, Vögel und Säugetiere. Die „Arthropodenfette, -Öle und -Wachse und Schellack" sind von Hedike bearbeitet. Den meisten Raum nimmt die Behandlung des Bienenwachses ein, dessen Geschichte, Gewinnung, Bearbeitung, Verwendung (Beleuchtungsmittel, Plastik, chemisch-technische Produkte, Kunstwaben, medizinische und kosmetische Präparate) übersichtlich dargestellt wird. Des weiteren wird auch das Pelawachs, das Produkt der chinesichen Wachsschildlaus *(Ceroplastes ceriferus* Anders) erwähnt, das in China seit mehr als 2000 Jahren im Gebrauch sein soll. Endlich wird noch der Schellack besprochen, der von indischen Schildläusen ausgeschieden wird. Es werden dabei die neuesten Forschungen Mahdihassans berücksichtigt, wonach die Stocklacke nicht von einer einzigen Erzeugerart herrühren, sondern von 6 verschiedenen Arten, die in der Gattung *Lakshadia* zusammengefaßt und von den übrigen „Pseudo-Lackinsekten", der älteren Gattung *Tachardia*, abgetrennt werden. Die wichtigste Art ist *Lakshadia indica* Mahdh., die auf *Butea frondosa* Roxb. (Papilion.), dem Lackbaum par excellence, lebt. Die jährliche Ausfuhr von Schellack aus Indien schwankt zwischen 200000 und 300000 Doppelzentner. Der Preis des Schellacks ist äußerst schwankend und lag z. B. im Zeitraum zwischen 1901 und 1919 zwischen 58 und 360 Schilling für 100 englische Pfund (= 45 kg).

In den „Rohstoffe des Tierreichs" ist eine Fülle von Tatsachen zusammengetragen, die sowohl für den Naturwissenschaftler wie für den Kaufmann und Techniker von größtem Interesse sind. K. E.

Heß-Beck, Forstschutz. 5. Aufl. II. Bd. Schutz gegen Menschen, Pflanzen, atmosphärische Einflüsse und Flugsand. Von Prof. Dr. Borgmann und Prof. Dr. Funk. Lieferung 1—3. Verlag von J. Neumann-Neudamm. Preis der Lieferung Rm. 4.—.

Wenn auch der II. Band des Heß-Beckschen Forstschutzes nicht speziell den Entomologen angeht, so hat doch vieles in den vorliegenden Lieferungen (1—3) mittelbares Interesse für ihn. Es gilt dies besonders für die Abschnitte Rauchschaden (bearbeitet von Borgmann), über Forstunkräuter und vor allem über die Pilzerkrankungen der Forstgewächse (bearbeitet von G. Funk), die ja so oft mit dem Auftreten von Forstinsekten in Beziehung stehen. Die Bearbeitung wird dem heutigen Stand der Wissenschaft gerecht, außerdem sind dem Text viele neue, sehr gute Abbildungen beigegeben, die die neue Auflage vorteilhaft auszeichnen. K. E.

Brehms Tierleben, Jubiläumsausgabe. In 8 Bänden. 7. Bd.: Die Insekten, von Ernst Taschenberg. Vollkommen neu bearbeitet von Carl W. Neumann. Mit zahlreichen farbigen und schwarzen Tafeln.

Leipzig 1929, Verlag Philipp Reclam jun., Preis in Ganzleinen Rm. 6,—, in Halbleinen Rm. 8.—.

Es war zu erwarten, daß nach Freigabe des Verlagsrechts zahlreiche Brehm-Ausgaben auf dem Büchermarkt erscheinen werden, was denn auch tatsächlich eingetreten ist. Unter ihnen ist die Jubiläumsausgabe an erster Stelle zu nennen. Neumann hat es verstanden, ein wahres Volksbuch zu schaffen, das berufen ist, das deutsche Volk der Natur wieder näherzubringen. Die Darstellung ist im besten Sinne volkstümlich, fesselnd und zu eigener Beobachtung anregend. Gut getroffen ist die Auswahl des Stoffes. Daß einige Irrtümmer und veraltete Anschauungen stehen geblieben sind, ist bei der Riesenarbeit (Verfasser hat die ganzen acht Bände allein bearbeitet) nicht verwunderlich. Im großen und ganzen sind die neuen wissenschaftlichen Ergebnisse gut berücksichtigt. Da naturgemäß besonders solche Insekten behandelt werden, die mit dem Menschen in irgendwelchen Beziehungen stehen, wird der breiten Masse des Volkes die Bedeutung der angewandten Entomologie für das Wirtschaftsleben usw. auf Schritt und Tritt eindringlich vor Augen geführt. Die Ausstattung des Werkes ist ausgezeichnet. Die Illustration auf den 64 schwarzen Bildtafeln sind vorzüglich (weniger ist dies von den bunten Tafeln zu sagen). Der Preis ist angesichts des Umfangs und der Ausstattung erstaunlich billig.

Band XVI, Heft 2.

Originalaufsätze.

Beitrag zur Kenntnis der geflügelten Blutlausweibchen und ihrer Nachkommen.

Von

Dr. **Oldwig Jancke.**

(Aus der Biologischen Reichsanstalt Zweigstelle Naumburg/Saale.)

(Mit 42 Abbildungen.)

Einteilung.

A. Einleitung.
B. Biologischer Teil.
  1. Versuchsanstellung und -technik.
  2. Die Zuchten.
    a) des Jahres 1926 (1—7).
    b) des Jahres 1927 (8—11).
    c) des Jahres 1928 (12—14).
  3. Vergleich der Zuchten untereinander.
  4. Vergleich der Naumburger und Schweizer Zuchten.
  5. Biologische Beobachtungen an Geflügelten.
    a) Massenwechsel der Geflügelten.
    b) Jungenzahl und Temperatur während der Entwicklung der Nymphen.
    c) Jungenzahl sowie Zeitpunkt der Geburt und Temperatur während der Geburtsperiode.
    d) Lebensdauer der Geflügelten und Temperatur.
    e) Allgemeines.
  6. Biologische Beobachtungen an Sexuellen.
    a) Allgemeine Beobachtungen.
    b) Zahl der Häutungen.
    c) Größen- und Gewichtsveränderung während der Entwicklung.
    d) Kopulation.
    e) Eiblage.
    f) Entwicklung der Sexuellen und Temperatur.
    g) Das zahlenmäßige Verhältnis der Geschlechter zueinander.
    h) Beobachtungen an Intermediären.
  7. Infektionsversuche.
C. Morphologischer Teil.
  1. Untersuchungstechnik.
  2. Die langrüßligen Nachkommen der geflügelten und ungeflügelten Virginoparen im Vergleich zueinander.
  3. Die Sexuellen.
    a) Die Männchen.
    b) Die Weibchen.
    c) Die Intermediärformen zwischen sexuellen Weibchen und langrüßligen Jungläusen.
  4. Das Winterei.
  5. Nymphen und Geflügelte.
  6. Intermediärformen zwischen ungeflügelten Virginoparen und Nymphen.
D. Schluß.

A. Einleitung.

Das Auftreten virginoparer Geflügelter in den Blutlauskolonien in Europa ist seit 1885 durch Löw bekannt. Um die gleiche Zeit wurden sie von J. Lichtenstein in Montpellier, von Lignières 1896 in der Umgebung von Paris und von Thiele 1899 in Mitteldeutschland beobachtet. Letzterer hat in seiner Arbeit von 1902 schon eindringlich auf die Bedeutung dieser Geflügelten für die Verbreitung der Blutlaus hingewiesen. Börner hat seit 1903 bei Berlin und Metz alljährlich auf das etwaige Auftreten virginoparer Blutlausfliegen geachtet, solche aber nicht festgestellt. Er neigte zu der Auffassung, daß dieser Blutlaustyp nicht alljährlich, sondern nur unter gewissen klimatischen Bedingungen in einzelnen Jahren in Erscheinung trete, übernahm aber die Angaben Thieles in das von ihm bearbeitete Blutlausflugblatt der Biologischen Reichsanstalt (1905). Börner beschränkte sich später vor allem auf Klärung der Frage der Ansiedlungsmöglichkeit der Blutlaus des Apfels auf Ulmus americana und beschaffte sich diese Ulme für die Versuchsanlagen der Biologischen Reichsanstalt bei Metz durch die Firmen Simon Louis Frères-Metz und L. Späth, Berlin-Baumschulenweg und später durch Import von Originalsamen aus Atlanta in Nordamerika durch die Firma Katzenstein für die Zweigstelle Naumburg der Biologischen Reichsanstalt. Hier setzte er seit 1919 seine Forschungen zunächst in Gemeinschaft mit seinem damaligen Mitarbeiter Regierungsrat Dr. Speyer fort. Seiner Anregung und Förderung verdanken auch die folgenden Untersuchungen ihren Anlaß.[1])

Seit 1913 haben sich auch die Schweizer Forscher Schneider-Orelli und Leuzinger mit dieser ebenso praktisch bedeutungsvollen wie wissenschaftlich interessanten Erscheinung in der Biologie dieses Apfelgroßschädlings beschäftigt. Nach ihren im März 1926 veröffentlichten Untersuchungen verschafften sie sich durch jahrelange genaue Feststellungen und durch Sammlung eines großen Beobachtungsmaterials einen Einblick in die Art und Bedeutung der Nachkommenschaft der Blutlausgeflügelten für das Schweizer Mittelland. Sie geben über deren Massenwechsel auch zahlenmäßig Auskunft, haben aber über seine Bedingtheiten durch klimatische und sonstige Faktoren keine Klarheit gewonnen. Später machten noch Marchal und Mordwilko Angaben über das Vorkommen von virginoparen Geflügelten aus der Umgebung von Paris, Taschkent und Tiflis. Die neueste Arbeit Marchals, die sich mit der Biologie und Morphologie sämtlicher Erscheinungsformen der Blutlaus befaßt, kam erst nach Niederschrift der vorliegenden Arbeit in meine Hände. Eine Berücksichtigung seiner Ergebnisse war jedoch noch möglich. Nach persönlicher Mitteilung ließ auch Stellwaag in Neustadt a. d. Haardt gleichsinnige Unter-

[1]) Meinem Kollegen Herrn Dr. F. A. Schilder bin ich für Mithilfe bei der Herstellung der graphischen Darstellungen zu Dank verpflichtet.

suchungen durchführen, die jedoch bisher nicht veröffentlicht sind. Erwähnt sei hier noch, daß in der gesamten bisher erschienenen amerikanischen Blutlausliteratur jegliche Angaben über das Auftreten virginoparer Blutlausfliegen fehlen.

Das Material für meine Untersuchungen lieferten blutlausverseuchte Apfelbäume in den Versuchsanlagen der Zweigstelle sowie in einigen Apfelpflanzungen der näheren Umgebung Naumburgs.

Von ausführlicher Literaturangabe habe ich unter Hinweis auf die umfassende Aufführung des einschlägigen Schrifttums in den vorerwähnten Arbeiten von Schneider-Orelii und Leuzinger sowie Marchal abgesehen.

B. Biologische Beobachtungen.

1. Versuchsanstellung und -technik.

Starke Blutlauskolonien an Ästen und am Stamm sowie blutlausbefallene 3—4jährige getopfte Apfelsämlinge wurden nach den bei der Zucht von Homopteren üblichen Methoden durch Anbringen von Gazebeuteln isoliert, wie sie Börner in Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden genau beschreibt und wie sie auch von Schneider-Orelli und Leuzinger angewandt wurden. Schwieriger war die Isolierung von Wurzelhalskolonien, die zum Teil besonders ausgiebig Geflügelte lieferten. Hier wurde ein großes Gazestück mit Heftzwecken am Baumstamm fest angespannt und am Boden mit kleinen Holzpflöckchen wie ein Zelt befestigt. Da die Mehrzahl der Geflügelten sich auf der ganzen inneren Seite des Tuches verteilt vorfand, kamen weite, vorne mit Gaze verschlossene Glasröhren, die ins Innere des „Zeltes“ führten, bald in Fortfall. Die Geflügelten wurden nicht mit Pinseln, sondern mit Stahlfederpinzetten, mit denen sie an den Flügeln erfaßt wurden, aus den Kolonien bezw. von den Isolierungsbeuteln genommen.

Die Untersuchung der Geflügelten auf die Art ihrer Nachkommenschaft geschah auf verschiedene Weise. Um für Massenzuchten Sexuelle zu bekommen, wurden gewöhnlich 100 Geflügelte in eine Petrischale, deren Boden mit einer oder mehreren Lagen Filtrierpapier bedeckt war, gesetzt. Die Jungen fanden sich dann fast ausnahmslos zwischen den Papierlagen oder unter dem untersten Blatt am Boden der Schale. Bei Zeitmangel wurden auch für Isolierzuchten kleine Doppelschalen mit je 20 Geflügelten benutzt, die nur eine Filtrierpapierlage auf dem Boden hatten. Für Einzelzuchten erwiesen sich am vorteilhaftesten kleine Präparatenröhrchen von etwa 25 mm Länge und 6 mm lichter Weite, die oben mit Watte verschlossen wurden. Die Gläschen wurden nach dem Besetzen mit Geflügelten mit der Öffnung nach unten in kleine Glasschalen gestellt, wodurch erreicht wurde, daß die Jungen immer auf dem Wattebausch abgesetzt wurden. Bei seitlicher Lage der Röhrchen er-

eignete es sich oft, daß die Jungen an der Glaswand abgesetzt wurden, daran kleben blieben und eingingen. Die kurzen, unten mit gewölbtem Boden versehenen Röhrchen boten außerdem den Vorteil, daß man mit der Präpariernadel ohne Umstände hineingelangen, andererseits die Nachkommen, ohne den Wattepfropfen entfernen zu müssen, auch bequem unter der Lupe oder dem Binocular beobachten konnte. Um das Verhalten der langrüßligen Jungen am Apfel verfolgen zu können, wurden letztere an entblätterte Triebspitzen gesetzt und über den Trieb eine etwa 2 cm weite an beiden Enden offene Glasröhre geschoben, die unten mit fest um den Zweig herumgewickelter Watte abgedichtet und oben mit umgebogenem Rand versehen war, so daß sie leicht mit einem Gazestück zugebunden werden konnte.

2. Die durchgeführten Zuchten.

a) Die Zuchten des Jahres 1928.

Zucht 1. Eine Kolonie an einem Prinzenapfelbaum, welche durch künstliche Infektion mit Blutläusen entstanden war, die von einem getopften im Treibhaus gehaltenen Apfelsämling stammten, wurde Mitte Mai gebeutelt und seitdem täglich nachgesehen. Am 2. Juni wurden die ersten Geflügelten, und zwar fünf entnommen. Drei Geflügelte wurden isoliert. Davon starben zwei, ohne Junge abgesetzt zu haben, während die dritte am 3. Juni ein Weibchen und vier langrüßlige Virginopare gebar. Außer einer Geflügelten, die am 3. Juni entnommen wurde und ohne Nachkommen blieb, lieferte die Kolonie keine Geflügelten mehr.

Zucht 2. Ein isolierter befallener Apfelsämling im Treibhaus lieferte im ganzen Verlauf der Beobachtungszeit nur 2 Geflügelte am 10. Juni. Nach 4 Tagen hatten beide ihre Jungen geboren, und zwar setzte Nr. 1 zwei Weibchen und Nr. 2 drei Weibchen und eine intermediäre Junglaus ab. Alle Jungen wurden konserviert.

Zucht 3. Beobachtet wurde eine durch künstliche Infektion entstandene fast den ganzen Zweig bedeckende starke Kolonie an einem Buschbaum der Sorte „Schöner von Boskoop“. Die ersten Geflügelten erschienen am 21. August. In der ganzen Zwischenzeit vom Auftreten der Geflügelten in Zucht 1 am 2. Juni bis zum 21. August wurden nirgends in der Umgebung Naumburgs und den Versuchsanlagen der Zweigstelle Geflügelte bemerkt. Die zeitliche Verteilung des Auftretens der Geflügelten in dieser Zucht, sowie Zahl und Art ihrer Nachkommen geht aus Tabelle 1 hervor. Danach gebaren die 27 isolierten Geflügelten im ganzen 66 Junge, wovon 14 Stück oder 21,2 % Männchen, 45 oder 68,2 % Weibchen und 7 Stück oder 10,6 % Virginopare waren. Zu bemerken ist lediglich noch, daß die virginoparen, langrüßligen Jungen nur Nachkommen der zuerst erschienenen Geflügelten waren und daß vom 1. September ab mehr Sexuelle geboren wurden.

Tabelle 1.

Datum	Lfd. Nr.	♂	♀	♀	zusammen	Datum	Lfd. Nr.	♂	♀	♀	zusammen
21. 8.	1	1	4	—	5	11. 9.	21	—	4	—	4
27. 8.	2	—	—	5	5		22—27	An Ulme gebeutelt			
	3	—	—	—	0	12. 9.	28—29	„	„	„	
1. 9.	4	—	2	1	3	20. 9.	30—32	„	„	„	
	5	—	—	1	1	7. 10.	33	—	1	—	1
	6	—	—	—	0		34	—	1	—	1
3. 9.	7	2	3	—	5		35	1	—	—	1
5. 9.	8	1	3	—	4		36	2	—	—	2
	9—10	—	—	—	0		37	—	2	—	2
6. 9.	11	1	2	—	3		38	2	—	—	2
	12	—	3	—	3		39	—	3	—	3
	13	—	2	—	2		40	—	2	—	2
	14	—	3	—	3		41	2	2	—	4
7. 9.	15	1	3	—	4		42	—	2	—	2
10. 9.	16	1	3	—	4		zu-				
	17—20	An Ulme gebeutelt					sammen	14	45	7	66

Zucht 4. Zwei starke Kolonien in einem Hausgarten in sehr warmer geschützter Lage wurden vom Juni ab isoliert und beobachtet, ohne daß eine einzige Geflügelte bemerkt worden wäre.

Zucht 5. Anfang Juni wurden in einer Pflanzung, die in einem kleinen windgeschützten Talkessel an den nördlichen Saalehängen lag, drei starke Zweigkolonien gebeutelt und fortlaufend beobachtet. Die ersten Geflügelten traten am 10. Oktober in Beutel 1 auf. Am 13. Oktober erschienen sie in Beutel 2 und am 14. Oktober in Beutel 3. Die Zahl der den einzelnen Kolonien entnommenen Geflügelten und ihr zeitliches Erscheinen gibt Tabelle 2 an.

Tabelle 2.

Datum	Beutel 1	Beutel 2	Beutel 3	Datum	Beutel 1	Beutel 2	Beutel 3
12. 10.	11	—	—	5. 11.	8	—	29
13. 10.	12	2	—	9. 11.	14	—	52
14. 10.	10	5	6	10. 11.	23	—	35
15. 10.	15	—	—	11. 11.	5	—	5
26. 10.	20	5	15	zusammen	118	12	142

Die Geflügelten aus dieser Zucht wurden zum Teil zu Infektionszwecken an amerikanischer Ulme gebeutelt, zum Teil aber mit den Geflügelten der nächsten Zucht zusammen auf ihre Nachkommen hin beobachtet, so daß gesonderte Notizen darüber nicht bestehen.

Zucht 6. In der in Zucht 5 erwähnten Pflanzung fand sich am 17. September an einer sehr großen Wurzelhalskolonie eines auf Splitapfel veredelten Buschbaumes unterhalb der Veredelungsstelle eine große Anzahl Geflügelter. Die Kolonie wurde, wie im technischen Teil erwähnt, mit Gaze abgedeckt und nach Möglichkeit täglich untersucht. Am 28. September wurden an zwei weiteren Wurzelhalskolonien Geflügelte gefunden. Diese beiden Kolonien sowie eine vierte, in der die Geflügeltenentwicklung am 8. Oktober einsetzte, wurden zusammen mit der ersten Kolonie beobachtet. Die aus den vier Kolonien stammenden Geflügelten wurden in der Mehrzahl zu Infektionsversuchen an Ulmus americana benutzt, zum kleineren Teil, ohne ihre Herkunft aus den einzelnen Kolonien zu berücksichtigen, isoliert. Die Zahl der täglich isolierten Geflügelten und deren Nachkommen nach Zahl und Art ist aus Tabelle 3 zu ersehen, nach der 3965 Geflügelte 4336 Junge gebaren, die sich aus 3079 Stück oder 71,0 % Männchen, 1253 oder 28,9 % Weibchen und nur 4 oder 0,09 % Virginoparen zusammensetzte. Wir hatten es also hier nahezu ausschließlich mit sexuparen Geflügelten zu tun. Über die Anzahl der Geflügelten aus den einzelnen Kolonien und ihre Verteilung auf die Beobachtungszeit unterrichtet eine spätere Tabelle (Tab. 11). Hier sei nur angegeben, daß Kolonie I im ganzen 3223, II 4083, III 1831 und IV 1300 Geflügelte lieferte.

Tabelle 3.

Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen			Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen		
		♂	♀	♀			♂	♀	♀
17. 9.	20	26	36	4	8. 10.	300	189	45	—
21. 9.	263	455	177	—	9. 10.	200	130	48	—
22. 9.	226	196	38	—	11. 10.	260	180	70	—
23. 9.	140	99	8	—	13. 10.	160	126	60	—
24. 9.	26	36	7	—	14. 10.	160	101	43	—
25. 9.	170	142	27	—	18. 10.	220	168	64	—
28. 9.	80	118	48	—	26. 10.	80	4	5	—
29. 9.	340	270	113	—	5. 11.	100	26	10	—
30. 9.	180	150	115	—	9. 11.	80	15	21	—
1. 10.	160	99	90	—	10. 11.	40	18	15	—
5. 10.	290	251	111	—	13. 11.	140	22	51	—
6. 10.	210	179	31	—	zu-				
7. 10.	120	79	25	—	sammen	3965	3079	1253	4

Zucht 7. Von Mitte Oktober bis Mitte November wurden von den verschiedensten Apfelsämlingen des Versuchsfeldes der Zweigstelle große Mengen Geflügelter zur Massenzucht von Sexuellen und zu Infektionsversuchen an Ulmus americana gesammelt. Die daraus wahllos herausgegriffenen und isolierten Geflügelten und ihre Nachkommen sind in

Tabelle 4 zusammengestellt. Im ganzen wurden isoliert 1060 Geflügelte, deren 688 Nachkommen aus 162 Stück oder 23,7 % Männchen, 521 oder 75,7 % Weibchen und 5 oder 0,07 % Virginoparen bestehen. Die Geflügelten aus dieser Zucht waren also fast alle sexupar.

Tabelle 4.

Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen			Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen		
		♂	♀	♀			♂	♀	♀
18. 10.	140	19	27	—	2. 11.	20	12	32	—
20. 10.	200	43	106	—	3. 11.	40	1	8	—
26. 10.	240	32	73	—	15. 11.	40	1	7	–
29. 10.	380	54	268	5	zusammen	1060	162	521	5

b) Die Zuchten des Jahres 1927.

Im Jahre 1927 wurden im Freiland nicht einzelne Kolonien beobachtet, sondern in einer stark blutlausbefallenen Apfelpflanzung periodisch Geflügelte entnommen und isoliert. Dagegen wurde an befallenen Apfelsämlingen, die teils im Gewächshaus, teils im Freiland standen, die Geflügeltenentwicklung von den ersten Anfängen bis zum Erlöschen verfolgt.

Zucht 8. Im Herbst gestopfte blutlausbefallene Apfelsämlinge, die im Freiland gestanden hatten, wurden im Dezember ins Gewächshaus genommen. Die verhältnismäßig geringe Kälte im Oktober und November — im Oktober herrschte eine Durchschnittstemperatur von 8,9° und im November von 6,5° — hatten die Blutlauskolonien wenig beeinträchtigt. Nach Übernahme ins Gewächshaus, in dem im Dezember die Durchschnittstemperatur 18,1° betrug, setzte eine so intensive Vermehrung der Läuse ein, daß die Bäumchen mit einer einzigen großen Kolonie bedeckt waren. Anfang Januar

Tabelle 5.

(i = Intermediärformen.)

Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen				Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen			
		♂	♀	♀	i			♂	♀	♀	i
7. 1.	32	26	69	—	13	16. 1.	—	—	—	—	—
8. 1.	78	67	188	—	7	17. 1.	170	33	56	1	—
9. 1.	—	—	—	—	—	18. 1.	50	15	9	—	—
10. 1.	68	29	122	—	10	19. 1.	20	10	6	—	—
11. 1.	110	101	161	—	5	20. 1.	10	4	3	—	—
12. 1.	—	—	—	—	—	21. 1.	8	—	—	—	—
13. 1.	109	59	54	—	—	22. 1.	17	7	3	—	—
14. 1.	61	23	15	—	3	23. 1.	—	—	—	—	—
15. 1.	133	44	40	1	1	zusammen	866	328	726	2	39

Tabelle 6.

Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen			Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen		
		♂	♀	♀			♂	♀	♀
26. 4.	1	—	2	—	3. 6.	17	1	12	—
27. 4.	3	3	2	—	4. 6.	12	2	10	—
28. 4.	12	18	3	—	7. 6.	20	2	31	—
29. 4.	6	12	18	—	8. 6.	19	7	24	—
30. 4.	17	11	47	—	11. 6.	20	4	35	—
1. 5.	7	5	1	—	12. 6.	20	12	18	—
2. 5.	28	14	21	—	13. 6.	20	1	12	—
3. 5.	41	26	65	—	14. 6.	20	14	30	—
4. 5.	40	27	139	—	15. 6.	20	6	28	14
5. 5.	66	26	238	—	16. 6.	38	—	—	—
6. 5.	79	17	278	—	17. 6.	20	14	35	—
10. 5.	50	26	108	—	18. 6.	22	10	43	—
11. 5.	50	29	98	—	19. 6.	20	10	37	—
12. 5.	20	11	22	—	20. 6.	26	10	38	—
13. 5.	52	35	92	—	21. 6.	5	3	2	—
14. 5.	63	31	98	—	22. 6.	27	11	33	2
15. 5.	20	9	42	—	23. 6.	19	8	34	5
16. 5.	20	12	42	—	24. 6.	28	5	45	8
17. 5.	20	2	9	—	25. 6.	29	11	53	—
18. 5.	20	1	15	—	26. 6.	20	2	37	—
19. 5.	20	6	27	—	27. 6.	20	7	30	—
21. 5.	23	4	20	—	28. 6.	20	6	55	—
22. 5.	20	1	19	—	29. 6.	20	4	51	1
23. 5.	20	—	16	—	30. 6.	20	9	21	—
26. 5.	40	1	30	—	1. 7.	20	13	30	—
27. 5.	20	—	7	—	2. 7.	13	—	13	—
30. 5.	20	1	10	—	4. 7.	10	1	9	—
31. 5.	20	—	—	—	zusammen	1361	502	2242	38
1. 6.	20	1	7	—					

zeigten sich auf einem der Bäumchen die ersten Geflügelten, die vom 7. Januar ab regelmäßig von den Kolonien und dem es umhüllenden Gazebeutel abgelesen und sämtlich isoliert wurden. Wie aus Tabelle 5 zu ersehen ist, entwickelten sich an dem Bäumchen 866 Geflügelte, deren 1095 Nachkommen sich aus 726 Stück oder 66,2 % Weibchen, 328 oder 30 % Männchen, 39 oder 3,6 % Intermediären und 7 oder 0,2 % Virginoparen zusammensetzten.

Zucht 9. An einem in einem ungeheizten Gewächshaus überwinterten Bäumchen traten am 26. April Geflügelte auf. Das daraufhin ins warme Haus überführte Bäumchen lieferte bis zum 4. Juli 2302 Geflügelte. Isoliert wurden 1361 Geflügelte, von deren 2782 Nachkommen

Tabelle 7.

Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen ♂	♀	♀̷	Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen ♂	♀	♀̷
28. 6.	40	37	114	—	6. 8.	20	15	8	—
29. 6.	20	19	45	—	7. 8.	21	8	23	—
30. 6.	20	12	41	—	8. 8.	20	18	23	—
1. 7.	20	13	12	—	9. 8.	20	22	7	—
2. 7.	20	7	24	—	10. 8.	20	14	26	—
3. 7.	20	14	29	—	11. 8.	20	11	13	—
4. 7.	30	17	25	—	12. 8.	15	9	17	—
5. 7.	20	19	27	—	13. 8.	21	19	19	—
6. 7.	20	16	20	—	14. 8.	20	17	19	—
7. 7.	30	18	17	—	15. 8.	10	7	5	—
8. 7.	30	29	36	—	17. 8.	20	27	16	—
9. 7.	31	30	44	—	18. 8.	10	6	18	20
10. 7.	30	30	46	—	19. 8.	20	27	33	1
11. 7.	30	24	33	—	20. 8.	20	19	23	1
12. 7.	30	31	67	—	21. 8.	20	18	36	—
13. 7.	30	23	45	—	22. 8.	20	15	28	—
14. 7.	20	18	23	—	23. 8.	20	17	15	—
15. 7.	20	11	14	—	25. 8.	5	7	3	—
16. 7.	20	14	20	—	26. 8.	24	7	18	—
17. 7.	20	13	18	—	27. 8.	10	8	8	—
18. 7.	20	14	16	—	28. 8.	17	16	12	—
19. 7.	20	9	9	—	29. 8.	20	17	19	—
20. 7.	20	14	18	1	30 8.	20	15	12	—
21. 7.	20	18	14	—	31. 8.	17	15	9	—
23. 7.	20	17	22	—	1. 9.	18	6	7	—
24. 7.	20	10	16	—	2. 9.	14	9	3	—
25. 7.	20	4	7	—	3. 9.	5	4	5	—
26. 7.	20	6	11	—	4. 9.	14	14	1	—
27. 7.	20	18	15	—	5. 9.	7	6	3	—
28. 7.	20	13	19	—	6. 9.	11	9	—	—
29. 7.	20	10	11	—	7. 9.	11	5	—	—
30. 7.	20	15	29	—	8. 9.	4	3	—	—
31. 7.	20	11	24	—	9. 9.	1	—	—	—
1. 8.	20	27	19	—	11. 9.	6	3	—	—
2. 8.	20	8	18	—	12. 9.	2	1	—	—
4. 8.	20	13	18	—	zusammen	1344	1016	1395	23

2242 Stück oder 80,5 % Weibchen waren, während die Männchen nur mit einer Anzahl von 502 Stück oder 18,0 % und die Virginoparen mit 38 oder 1,4 % vertreten waren (Tab. 6). Im Laufe des August setzte an dem Bäumchen die Geflügeltenentwicklung noch einmal vorübergehend ein, ohne daß darüber besondere Feststellungen gemacht wurden.

Zucht 10. Während die bisher geschilderten Versuche entweder im Freiland oder im Gewächshaus verliefen, wurde bei einem Gewächshaus-

Tabelle 8.

(i = Intermediärformen.)

Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen				Datum	Anzahl der je Tag isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen			
		♂	♀	♀	i			♂	♀	♀	i
8. 7.	40	33	76	12	—	16. 8.	20	26	27	4	1
11. 7.	80	67	310	25	—	20. 8.	20	49	69	15	3
13. 7.	61	7	132	47	—	24. 8.	20	22	46	—	—
16. 7.	20	6	69	23	—	26. 8.	20	20	15	—	—
18. 7.	19	7	62	24	1	29. 8.	20	19	14	—	—
20. 7.	20	22	37	—	—	1. 9.	20	16	7	—	—
22. 7.	20	27	81	11	—	7. 9.	40	58	37	9	—
25. 7.	20	18	45	10	—	10. 9.	20	23	19	—	—
27. 7.	20	15	40	22	5	14. 9.	20	15	12	—	—
28. 7.	20	7	24	41	—	19. 9.	60	102	32	—	—
29. 7.	20	14	50	5	—	26. 9.	20	25	11	2	—
1. 8.	20	13	36	20	—	29. 9.	60	33	27	—	—
3. 8.	20	18	38	9	—	7. 10.	41	21	15	—	—
4. 8.	25	22	32	13	—	12. 10.	20	9	2	1	—
8. 8.	20	24	21	5	—	19. 10.	102	41	87	—	—
10. 8.	20	41	60	11	—	26. 10.	100	18	92	—	—
13. 8.	20	30	38	10	—	zusammen	1068	869	1661	319	10

bäumchen, an dem die Geflügelten zuerst am 26. Juni auftraten, anders verfahren. Es wurde nämlich am 5. Juli aus dem Gewächshaus entfernt und an die Nordwand eines Gebäudes im Freien gestellt, um den Einfluß der Freilandtemperatur auf den weiteren Verlauf der Geflügeltenentwicklung festzustellen. Wie sich dieser Wechsel auswirkte, wird in einem späteren Teil der Arbeit erörtert. Es entwickelten sich an dem Bäumchen 6869 Geflügelte. Davon wurden 1344 Geflügelte isoliert, deren Nachkommen sich aus 1016 oder 41,7% Männchen, 1395 oder 57,3% Weibchen und 23 oder 0,9% Virginoparen zusammensetzten. Bemerkenswert ist, daß die virginoparen Jungen alle im Freiland geboren wurden (Tabelle 7). Nach Schluß der Geflügeltenerzeugung war das Bäumchen bis auf wenige Jungläuse von Blutläusen völlig frei.

Zucht 11. Diese Zucht, die einzige Freilandzucht des Jahres, weicht dadurch von allen bisher beschriebenen Zuchten ab, daß die Geflügelten hier nicht aus einer einzelnen Kolonie oder von demselben Zweig oder Bäumchen stammen, sondern von einer Reihe von Bäumen abgelesen wurden. Die Bäume gehörten zu einem ziemlich vernachlässigten Apfelquartier einer Obstplantage bei Naumburg. Die Bäume waren in iher Mehrzahl so stark befallen, daß sie wie bereift aussahen. Die Lage des Quartiers war warm und windgeschützt. Das macht es vielleicht erklärlich, daß hier schon am 8. Juli die ersten Geflügelten entnommen werden konnten,

zu einer Zeit als in anderen Pflanzungen in der Nähe Naumburgs und in den Versuchsanlagen der Anstalt Geflügelte noch nicht zu entdecken waren. Die Bildung der Nymphen und Geflügelten setzte im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Versuchen sehr langsam ein. Erst in den beiden letzten Juliwochen mehrten sie sich, bis Anfang August von 3—4 qcm großen Kolonien 25—30 Geflügelte gesammelt werden konnten. Ihre Zahl nahm bis Mitte August noch zu und ging dann erst unter dem Einfluß des kühleren Wetters und der häufigen Frühnebel deutlich zurück.

Eine genaue Überwachung einzelner Kolonien war wegen der großen Entfernung der Pflanzung von der Anstalt nicht durchführbar. Aus dem Grunde wurden auch nicht täglich, sondern in kürzeren oder längeren Abständen Geflügelte entnommen, die in der Hauptsache zu Infektionsversuchen mit Ulmus americana Verwendung fanden. Nur 1068 Geflügelte wurden isoliert. Unter ihrer Nachkommenschaft befanden sich 869 oder 30,4 % Männchen, 1661 oder 58,1 % Weibchen, 319 oder 11,2 % Virginopare und 10 oder 0,3 % Intermediäre. Wie die Tabelle 8 zeigt, fanden sich virginopare täglich bis zum 20. August unter den Nachkommen der Geflügelten. Am 28. Juli übertraf ihre Zahl sogar die Anzahl der Sexuellen. Mit dem Verschwinden der Virginoparen stellten auch die Intermediären ihr Erscheinen ein.

c) Die Zuchten des Jahres 1928.

Da durch den harten Winter 1927/28, in dessen Verlauf die Temperatur in Naumburg vor Weihnachten auf — 30° C sank, sämtliche an den oberirdischen Teilen der Apfelbäume überwinternden Blutläuse abgetötet waren und auch die Wurzelhalskolonien sich nur unter besonderen Bedingungen in das Frühjahr hineinretteten, war der Blutlausbefall in früher stark heimgesuchten Pflanzungen in den meisten Fällen nur ganz gering. Erst im Laufe der Spätsommermonate und im Herbst kamen die Wurzelhalskolonien zur vollsten Entwicklung. Aber am Stamm oder in der Krone der Apfelbäume fanden sich auch dann nur vereinzelte Blutlauskolonien. So wurden im Sommer nirgends geflügelte Blutläuse gefunden und auch im Herbst traten die ersten Geflügelten im frühesten Fall Mitte September auf. Zur Beobachtung kamen aus dem Grunde nur Kolonien, die durch künstliche oder spontane Infektion auf getopften Apfelbäumchen enstanden waren. Da es sich bei jedem der folgenden Versuche nie um eine Einzelkolonie, auch nicht um die Kolonie eines Bäumchens handelt, sondern in jedem Fall um Gruppen von Bäumchen, die aber in der gleichen Zeit infiziert und unter den gleichen äußeren Bedingungen beobachtet wurden, wurde davon Abstand genommen, die in den Versuchszeiten auftretenden Geflügelten zu zählen, sondern es wurde nur immer eine gewisse Anzahl von Tieren isoliert und auf ihre Nachkommen untersucht. Von einer tabellarischen Wiedergabe der Zuchten dieses Jahres

kann hier Abstand genommen werden, da ihr Verlauf nichts Außergewöhnliches bietet.

Zucht 12. Von drei zu anderen Zwecken im Lauf des Sommers infizierten getopften Bäumchen im Gewächshaus wurde seit Auftreten der ersten Geflügelten Anfang September eine kleine Anzahl in Abständen entnommen und isoliert. Die täglich abgelesene Hauptzahl der Geflügelten fand zu Massenzuchten Verwendung. In der ganzen Versuchszeit wurden 284 Geflügelte isoliert, die 934 Junge absetzten, von denen 457 oder 48,9 % Männchen und 477 oder 51,1 % Weibchen waren.

Zucht 13. Drei Bäumchen, die solange im Gewächshaus gehalten worden waren, bis sich an ihnen kräftige Kolonien gebildet hatten, wurden Mitte Juli ins Freiland gebracht. Auch an ihnen traten zu Anfang September die ersten Geflügelten auf, von denen wie in der vorhergehenden Zucht nur eine kleine Anzahl isoliert wurde. An zwei Bäumchen hörte die Geflügeltenentwicklung bald wieder auf, so daß die im ganzen entnommenen 240 Geflügelten in der Hauptsache von einem Bäumchen stammen. Von ihren 350 Nachkommen waren 229 oder 65,4 % Männchen und der Rest Weibchen.

Zucht 14. Die Geflügelten stammen in dieser Zucht von 4 Bäumchen, die dauernd im Freiland standen und spontan infiziert worden waren. Die Geflügeltenentwicklung setzte nahezu zu gleicher Zeit wie in den vorhergehenden Zuchten ein. An jedem Tag, an dem Geflügelte an den Bäumchen beobachtet wurden, wurde nach Möglichkeit die gleiche Zahl isoliert. Im ganzen kamen so zur genauen Beobachtung 489 Geflügelte, von deren 444 Nachkommen 258 oder 41,7 % Männchen und der Rest Weibchen waren. Hier wie in den anderen Zuchten des Jahres traten weder Virginopare noch Intermediäre unter den Jungen in Erscheinung.

3. Vergleich der Naumburger Zuchten untereinander.

Wenn wir die oben geschilderten Zuchten untereinander in Vergleich setzen wollen, müssen wir sie zunächst nach vergleichbaren Kategorien ordnen. Nach der Herkunft der zur Beobachtung herangezogenen Geflügelten teilen sich die Versuche zunächst in zwei Gruppen, in die Freilandzuchten und Gewächshauszuchten. Zu den ersteren gehören die Versuche 1—7, 11 und 14, zu den letzteren 8, 9 und 12. Eine Zwischenstellung nehmen die Zuchten 10 und 13 ein, da ihre im Freiland weiter beobachteten Kolonien zunächst unter Einwirkung größerer Wärme im Gewächshaus standen. Die Freilandzuchten sind wieder unter sich verschieden durch die Jahreszeit, in der sie verlaufen. Danach müssen wir die Freilandgruppe im Sommer — Herbstzuchten, zu denen 3 und 11 gehören, und in Herbstzuchten, zu denen 5 und 6, 7 und 14 zu rechnen sind, teilen. Die Zuchten 1 und 2 können hier wegen der minimalen Anzahl ihrer Geflügelten nicht berücksichtigt werden. Es ist höchstens angebracht, darauf

hinzuweisen, daß Männchen unter den Nachkommen der Geflügelten beider Zuchten nicht auftraten, und die Jungen in der ersten Zucht überwiegend aus virginoparen Jungläusen, in der zweiten Zucht dagegen aus Weibchen bestanden.

Werfen wir einen Blick auf die beigegebene Tabelle (Tab. 9), die sämtliche Zuchten enthält, und vergleichen zunächst die beiden Sommer-Herbstzuchten 3 und 11 miteinander, dann finden wir trotz vieler Verschiedenheiten im Wesentlichen eine große Übereinstimmung zwischen ihnen. Zunächst sind die Versuchszeiten ein wenig verschieden, denn 11 beginnt schon $1^1/_2$ Monat früher als 3 und hört einen halben Monat später auf. Sodann stammen die Geflügelten aus 3 sämtlich von einer einzigen Kolonie, während diejenigen aus 11 von mehreren verschiedenen Bäumen, die nur den Standort gemeinsam haben, gesammelt wurden. Schließlich stehen den 27 isolierten Geflügelten von 3 in Versuch 11, 1068 gegenüber, den 66 Nachkommen der ersteren aber 2596 der letzteren. Trotz alledem verteilen sich die Nachkommen der beiden Zuchten in ganz ähnlicher Weise auf die einzelnen Typen der Jungen, wenn wir von den Intermediärformen absehen, die in 3 nicht, in 11 aber auch nur in geringer Zahl vertreten sind. So haben wir unter den Jungen von Zucht 3 10,6 % an langrüßligen Jungen und 11,6 % in Zucht 11. In beiden Zuchten ist der Anteil der Männchen an den Sexuellen bedeutend geringer als der der Weibchen, denn auf 21,2 % Männchen in der ersten Zucht kommen 68,2 % Weibchen und in ähnlicher Weise auf 30,4 % Männchen in Zucht 11, 58,1 % Weibchen. Die Gesamtzahl der Sexuellen mit 89,4 % und 88,5 % ist ebenfalls annähernd gleich. Berechnet man die auf 100 Geflügelte entfallenden Nachkommen in beiden Fällen, dann findet sich eine weitere Übereinstimmung. In Zucht 3 gebaren 100 Geflügelte nämlich 251 Junge und in Zucht 11, 268. Neben der gleichen Jahreszeit in der die Zuchten verlaufen, mag ein weiterer Grund für die prinzipielle Übereinstimmung, die fast gleiche Durchschnittswärme im Verlaufe der Zuchten sein, die in der in Frage kommenden Zeit im Jahre 1926 18,2° und 1928 16,6° betrug.

Eine ähnliche Übereinstimmung in den Ergebnissen lassen die Herbstzuchten vermissen, wenngleich die Versuchszeiten nicht sehr stark differieren. Im Einklang stehen alle 3 Zuchten 5—6, 7 und 14 nur darin, daß die Gesamtzahl an sexuellen Jungen in allen Fällen fast die gleiche ist mit 99,9 %; 99,4 % und 100 % in der Zuchtreihenfolge. In der Verteilung der Sexuellen auf Männchen und Weibchen jedoch finden wir in den 3 Zuchten fast alle überhaupt möglichen Fälle. In der ersten zu Vergleich stehenden Zucht überwiegen die Männchen mit 71,0 %, die Weibchen mit 28,9 % um mehr als das Doppelte. In der zweiten Zucht ist das Verhältnis aber genau umgekehrt mit 23,7 % Männchen und 75,7 % Weibchen, während es endlich im letzten Fall sich einer Gleichstellung der Geschlechter mit 58,3 % Männchen und 41,7 % Weibchen

Tabelle

Versuchsergebnisse

Laufende Nummer	Versuchsdauer	Gesamtzahl der Geflügelten	Zahl der isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen
1	2. 6.— 3. 6. 26	6	4	5
2	10. 6.—14. 6. 26	2	2	6
3	21. 8.— 7. 10. 26	42	27	66
5 u. 6	21. 9.—13. 11. 26	10 709	3 965	4 336
7	18. 10.—15. 11. 26	—	1 060	688
8	7. 1.—23. 1. 27	866	866	1 095
9	26. 4.— 4. 7. 27	2 302	1 361	2 782
10	26. 6.—12. 9. 27	6 869	1 344	2 434
11	8. 7.—26. 10. 27	—	1 068	2 859
12	11. 9.—26. 10. 28	—	287	934
13	12. 9.—12. 10. 28	—	240	350
14	14. 9.—31. 10. 28	—	489	444
	-	20 796	10 713	15 999

Anmerkung: Die in () stehenden Zahlen bedeuten prozentuale Verteilung der

nähert. Auch bezüglich der virginoparen Jungläuse bestehen Unterschiede. Diese sind teils mit 0,09 % (5 und 6), mit 0,7 % (7) und teils überhaupt nicht vertreten (14).

Die 3 Gewächshauszuchten, 8, 9 und 12 zeigen ähnliche widersprechende Ergebnisse wie die Herbstfreilandzuchten. Intermediäre treten nur in Zucht 8 auf, und erreichen dort einen Anteil von 3,6 %, den höchsten Anteil an dieser Form in allen Zuchten überhaupt. Die Männchen sind überall in wechselndem Maße den Weibchen gegenüber in der Minderzahl. Virginopare Jungläuse kommen nur in Zucht 8 und 9 vor und zwar bemerkenswerterweise in Zucht 9, die von April bis Anfang Juli lief, erst von Mitte Juni ab bis Ende Juni, zeitlich also fast um dieselbe Zeit, in der sie in der Schweiz im Freiland aufzutreten pflegen.

Die beiden übrig bleibenden Zuchten 10 und 13 stellen unter sich nicht vergleichbare Einzelfälle dar. Beide weichen von den anderen Zuchten in den in Frage kommenden Jahren nur unwesentlich ab. Zu erwähnen wäre nur, daß die Zahl der auf 100 Geflügelte berechneten Jungen in Zucht 13 mit 146 bedeutend höher war als die gleiche Zahl bei Zucht 14, die hier nur 91 betrug, obgleich die betreffenden Bäumchen draußen den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren und dicht nebeneinanderstanden.

Am Schluß dieses Abschnittes kann zusammenfassend gesagt werden, daß bei allen untersuchten Fällen die sexuellen Nachkommen der in den Blutlauskolonien auftretenden Geflügelten die virginoparen bezw. intermediären Formen bei weitem an Zahl übertrafen, die im Durchschnitt

9.

in Naumburg a. d. Saale.

Verteilung der Jungen auf										
♀		i		♂		♀		♂+♀	
4	(—)	—	(—)	—	(—)	1	(—)	1	(—)
—	(—)	1	(—)	—	(—)	5	(—)	5	(—)
7	(10,6)	—	(—)	14	(21,2)	45	(68,2)	59	(89,4)
4	(0,09)	—	(—)	3079	(71,0)	1253	(28,9)	4 432	(99,9)
5	(0,7)	—	(—)	162	(23,7)	521	(75,7)	683	(99,4)
2	(0,2)	39	(3,6)	328	(30,0)	726	(66,2)	1 054	(96,2)
38	(1,4)	—	(—)	502	(18,0)	2242	(80,5)	2 744	(98,5)
23	(0,9)	—	(—)	1016	(41,7)	1395	(57,3)	2 411	(99,0)
319	(11,2)	10	(0,3)	869	(30,4)	1661	(58,1)	2 530	(88,5)
—	(—)	—	(—)	457	(48,9)	477	(51,1)	934	(100)
—	(—)	—	(—)	229	(65,4)	121	(34,6)	350	(100)
—	(—)	—	(—)	259	(58,3)	185	(41,6)	444	(100)
402	(2,5)	50	(0,3)	6915	(43,2)	8632	(53,9)	15 547	(97,1)

Jungen.

nur 2,6 % bezw. 0,3 % aller Nachkommen und im Höchstfall 11,2 % bezw. 3,6 % ausmachten. Rein virginopare sowie virgino-sexupare Geflügelte wurden in fast allen Zuchten festgestellt, vor allem in den beiden hier besonders interessierenden Sommer-Herbst-Zuchten, so daß eine Verbreitung der Blutlausseuche durch Geflügelte auch in Mitteldeutschland unter günstigen Klima- und Standortsbedingungen in gewissem Maße sehr wohl möglich ist und auch stattfindet. Eine nur auf die Sommermonate beschränkte Welle von vorwiegend virginoparen Geflügelten, wie sie Marchal manchmal bemerkt hat, wurde bisher nicht beobachtet Die auftretenden virginoparen oder virgino-sexuparen Geflügelten waren, was auch Schneider-Orelli und Leuzinger aus ihren Ergebnissen schließen, immer Teile der großen sexuparen Geflügeltenwelle des Herbstes, die bei umfangreichen Kolonien aus Tausenden von geflügelten Tieren bestand, so beispielsweise an dem eine zusammenhängende Kolonie bildenden Bäumchen in Zucht 10 allein aus über 6800. Selbst wenn die Geflügeltenentwicklung schon wie in Zucht 11 Anfang Juli begann, war von Anfang an die Tendenz in der Hauptsache sexupar und der virginopare Teil nur von untergeordneter Bedeutung.

4. Vergleich der Naumburger und Schweizer Zuchten.

Die Zuchten von Schneider-Orelli und Leuzinger lassen sich ebenfalls in drei Kategorien teilen, und zwar in Zuchten, die nur die sommerlichen Geflügelten erfaßten wie 1—5, 13 und 15, dann in Zuchten,

Tabelle

Versuchsergebnisse

Laufende Nummer	Versuchsdauer	Gesamtzahl der Geflügelten	Zahl der isolierten Geflügelten	Gesamtzahl der Jungen
1	11. 6.—24. 7. 14	154	154	534
2	15. 6.—24. 7. 14	80	80	417
3	26. 6.—16. 7. 14	87	87	289
4	Juli 1914	24	24	77
5	6. 8.—25. 8. 15	4800	67	156
10	10. 6.— 3. 11. 16	95	95	202
11	13. 9.— 1. 11. 16	251	71	151
12	31. 7.—16. 11. 16	1388	851	2218
13	11. 6.—13. 9. 17	3284	168	381
14	24. 6.— 9. 11. 24	172	87	206
15	3. 7.— 7. 9. 24	9	9	26
16	20. 9.—21. 10. 25	18	18	18
		10362	1711	4675

Anmerkung: Die in ( ) stehenden Zahlen bedeuten prozentuale Verteilung der

die die ganze Geflügeltenproduktion im Sommer und Herbst registrierten wie 10, 12 und 14, und endlich in Zuchten, die nur den herbstlichen Geflügelten galten, wie 11 und 16 (Tab. 10). In allen Sommerzuchten, die mangels derartiger Naumburger Zuchten nicht zu einem Vergleich herangezogen werden können, fällt die große Anzahl von virginoparen Jungen auf, die immer über 50% aller Nachkommen der in den Zuchten zusammengefaßten Geflügelten betragen und in zwei Fällen mit 81,3% (3) und 90,2% (2) die Sexuellen ganz in die Minderzahl geraten lassen. Ebenfalls traten in den Sommerzuchten die meisten Intermediären in Erscheinung, die an Zahl bis zu 19,1% (1) aller Jungläuse ausmachten.

Wenn wir zunächst, ungeachtet der verschiedenen Versuchsbedingungen, die Gesamtergebnisse der beiden Versuchsreihen miteinander vergleichen, so sehen wir, daß die Rubriken der Weibchen annähernd übereinstimmen, die Rubriken der Männchen und Virginoparen aber sehr stark untereinander variiren, indes die Intermediären in der Schweiz in der zehnfachen Menge vertreten sind wie in Naumburg. Diese Verschiedenheiten haben einesteils ihre Ursache in dem starken Überwiegen der Sommerzuchten, die schon erwähnt wurden, andererseits scheint aber das starke Zurücktreten der Männchen gegenüber den Weibchen, das soweit geht, daß diese in 4 Zuchten ganz fehlen, überhaupt typisch für die Nachkommen der Schweizer Blutlausgeflügelten zu sein. Auch im günstigsten Fall erreichen die Männchen nur 21,5% (12) der Gesamtzahl und überschreiten damit die ungünstigste Zahl der Männchen in einer Naumburger Zucht nur um rund 4%.

10.

in Zürich.

Verteilung der Jungen auf

♀		i		♂		♀		♀+♂	
295	(55,2)	102	(19,1)	6	(1,1)	131	(24,5)	137	(25,6)
376	(90,2)	9	(2,2)	—	(—)	32	(7,6)	32	(7,6)
235	(81,3)	12	(4,1)	1	(0,4)	41	(14,2)	42	(14,6)
49	(63,6)	13	(16,9)	3	(3,9)	12	(15,6)	15	(19,5)
79	(50,6)	1	(0,6)	15	(9,7)	61	(39,1)	76	(48,8)
67	(33,1)	—	(—)	26	(12,9)	109	(53,9)	135	(66,8)
11	(7,3)	—	(—)	27	(17,9)	113	(74,8)	140	(92,7)
137	(5,7)	8	(0,4)	477	(21,5)	1596	(72,0)	2073	(93,5)
205	(53,8)	22	(5,7)	38	(10,0)	116	(30,4)	154	(40,4)
81	(39,3)	13	(6,3)	—	(—)	112	(54,4)	112	(54,4)
17	(65,4)	3	(11,5)	—	(—)	6	(23,1)	6	(23,1)
—	(—)	—	(—)	—	(—)	18	(100)	18	(100)
1552	(33,2)	183	(3,9)	593	(12,7)	2347	(50,2)	2940	(62,9)

Jungen.

Die Schweizer und Naumburger Sommer-Herbst-Zuchten ähneln sich im großen und ganzen. In allen Zuchten sind je nach deren früherem oder späterem Beginn die virginoparen Jungläuse mehr oder minder zahlreich vertreten. In beiden Beobachtungsorten fehlen teils die Intermediären, teils sind sie vorhanden. Überall sind die Männchen gegenüber den Weibchen in der Minderzahl, und die Sexuellen insgesamt in größerer oder geringerer Überzahl gegenüber den virginoparen Jungläusen.

Mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede haben auch die Herbstzuchten. Virginopare Jungläuse kommen entweder gar nicht oder nur in verhältnismäßig geringer Anzahl vor. Intermediäre fehlen überall völlig. Die Sexuellenzahl beträgt in den meisten Fällen nahezu 100% der Gesamtjungenzahl. Das abweichende, gänzliche Fehlen der Weibchen in der Schweizer Zucht 16 ist bei der geringen Zahl der Geflügelten nicht weiter verwunderlich. Das Haupterscheinen der virginoparen bezw. sexuparen Geflügelten fällt in der Schweiz in den Juni und Juli, während einzelne auch in den späteren Zuchten festgestellt wurden. Für die Naumburger Zuchten gilt dagegen als Hauptflugzeit der oben genannten Geflügelten der Juli und der August, gegen dessen Ende erst die volle Herrschaft der sexuparen Geflügelten fällt. Die einzige Ausnahme mit dem erwähnten Auftreten der virginoparen Blutlausfliegen Ende Juni bildet die Gewächshauszucht 9, die hier nicht mitgezählt werden kann.

Als wichtiger Unterschied geht aus der Gegenüberstellung der beiden Versuchsreihen noch hervor, daß die virginoparen Sommergeflügelten zum mindesten im Schweizer Mittelland ziemlich regelmäßig entstehen, während

Tabelle 11. (Zucht 5—6.)

Datum	Zahl der Geflügelten je Tag			Tages-Durchschnittszahl der Geflügelten			Tagesdurchschnitt von Kol. 1+2+3	Wochendurchschnittstemperatur °C	Wochen
	Kol. 1.	Kol. 2.	Kol. 3	Kol. 1.	Kol. 2.	Kol. 3.			
	—	—	—	—	—	—	—	20,6	1. 8.—7. 8.
	—	—	—	—	—	—	—	22,7	8. 8.—14. 8.
	—	—	—	—	—	—	—	23,6	15. 8.—21. 8.
	—	—	—	—	—	—	—	20,6	22. 8.—28. 8.
	—	—	—	—	—	—	—	20,8	29. 8.—4. 9.
	—	—	—	—	—	—	—	20,8	5. 9.—11. 9.
17. 9.	240	—	—	34	—	—	34	18,2	12. 9.—18. 9.
21. 9.	270	—	—						
22. 9.	226	—	—						
23. 9.	140	—	—	119	—	—	119	15,9	19. 9.—25. 9.
24. 9.	26	—	—						
25. 9.	170	—	—						
27. 9.	89	—	—						
28. 9.	250	50	50						
29. 9.	380	60	—	140	40	17	211	11,2	26. 9.—21.10.
30. 9.	200	120	60						
1. 10.	10	—	—						
2. 10.	150	50	10						
3. 10.	100	200	100						
4. 10.	100	300	100						
5. 10.	100	375	80						
6. 10.	210	420	105	106	304	127	534	13,0	3. 10.—9. 10.
7. 10.	100	370	157						
8. 10.	114	310	220						
9. 10.	15	150	110						
11. 10.	105	213	325						
12. 10.	13	25	70	35	108	93	237	12,1	10.10.—16.10.
13. 10.	10	260	150						
14. 10.	120	260	110						
18. 10.	85	450	110						
19. 10.	—	170	30						
20. 10.	—	100	20	12	106	24	143	5,0	17.10.—23.10.
21. 10.	—	17	10						
22. 10.	—	7	1						
26. 10.	—	50	—	—	13	1	14	4,5	24.10.—30.10.
30. 10.	—	40	5	—	—	—	—	—	
5. 11.	—	60	—	—	9	1	10	5,6	31.10.—6. 11.
9. 11.	—	15	—	—	4	—	4	9.0	7.11.—13.10.
11. 11.	—	11	—	—	—	—	—	—	

Tabelle 12. (Zucht 8.)

Datum	Geflügeltenzahl je Tag	Geflügeltenzahl 3tägiger Durchschnitt	Durchschnittstemperatur je 3 aufeinanderfolgender Tage °C	Datum	Geflügeltenzahl je Tag	Geflügeltenzahl 3tägiger Durchschnitt	Durchschnittstemperatur je 3 aufeinanderfolgender Tage °C
7.—9. 12.	—	—	20,9	10. 1.	68	59	19,9
10.—12. 12.	—	—	21,3	11. 1.	110		
13.—15. 12.	—	—	19,8	13. 1.	109	57	19,0
16.—18. 12.	—	—	21,2	14. 1.	61		
19.—21. 12.	—	—	23,3	15. 1.	133	101	21,5
22.—24. 12.	—	—	18,6	17. 1.	170		
25.—27. 12.	—	—	18,0	18. 1.	50	27	21,5
28.—30. 12.	—	—	23,4	19. 1.	20		
31. 12.—2. 1.	—	—	21,5	20. 1.	10		
3.—5. 1.	—	—	22,4	21. 1.	8	8	19,5
7. 1.	32	37	19,7	22. 1.	17		
8. 1.	78						

das nach den bisherigen Beobachtungen in Naumburg zu den Ausnahmen gehört, da 1926 und 1928 Sommergeflügelte nur in ganz geringer Anzahl beobachtet wurden.

5. Biologische Beobachtungen an Geflügelten.

a) Massenwechsel der Geflügelten.

Wenn wir die Entwicklung der Geflügelten in einzelnen isolierten Kolonien an Hand graphischer Darstellungen miteinander vergleichen, dann zeigen sich gewisse Übereinstimmungen, andererseits aber wieder Abweichungen im Verlauf der sich ergebenden Kurven. (Vgl. Abb. 1—4.) Gemeinsam haben alle ein auf kurze Zeit beschränktes mächtiges Anschwellen der Zahl zu einem überragenden Gipfel. Aber wie der Anstieg bis zu diesem Gipfel oder der Abstieg erfolgt, darin ist nicht eine einzige der Kurven der anderen gleich. Um die Ursachen dieser Ungleichheit aufzudecken und zugleich einen Einblick in die Bedingtheiten des Massenwechsels der Geflügelten zu bekommen, verglich ich die einzelnen Geflügeltenzahlenkurven mit den zugehörigen Temperaturkurven. Zu dem Zweck wurden zur Vereinfachung der Kurven in drei Fällen die Tagesdurchschnittswerte der einzelnen Wochenabschnitte, in einem Fall die Durchschnittswerte dreier aufeinanderfolgender Tage errechnet. Zur Darstellung gelangten die Werte der Zuchten 5—6, 8, 9 und 10, da nur von ihnen Feststellungen der während der ganzen Geflügeltenperiode entstandenen Geflügelten gemacht wurden. Über das Ergebnis dieser Feststellungen geben im einzelnen die Tabellen 11—14 Auskunft, die auch über die Temperaturverhältnisse in den einzelnen Wochenabschnitten unterrichten. Da auf die an einem Tag erscheinenden Geflügelten außer

Tabelle 13. (Zucht 9.)

Datum	Geflügeltenzahl		Wochendurchschnittstemp. ° C	Woche
	je Tag	Tagesdurchschnitt		
—	—	—	22,7	17.—23. 4.
26. 4.	1			
27. 4.	3			
28. 4.	12	8	21,1	24.—30. 4.
29. 4.	6			
30. 4.	17			
1. 5.	7			
2. 5.	28			
3. 5.	41			
4. 5.	40	37	22,6	1.— 7. 5.
5. 5.	66			
6. 5.	79			
10. 5.	50			
11. 5.	50			
12. 5.	20	34	19,1	8.—14. 5.
13. 5.	52			
14. 5.	63			
15. 5.	55			
16. 5.	90			
17. 5.	57			
18. 5.	95	67	19,9	15.—21. 5.
19. 5.	76			
21. 5.	98			
22. 5.	20			
23. 5.	183			
26. 5.	04	32	18,0	22.—28. 5.
27. 5.	19			
29. 5.	27			
30. 5.	76			
31. 5.	66			
1. 6.	41	34	24,0	29. 5.—4. 6.
3. 6.	17			
4. 6.	12			
7. 6.	43			
8. 6.	19	12	21,4	5.—11. 6.
11. 6.	20			
12. 6.	89			
13. 6.	39			
14. 6.	34			
15. 6.	74	45	22,1	12.—18. 6.
16. 6.	38			
17. 6.	20			
18. 6.	22			
19. 6.	38			
20. 6.	26			
21. 6.	5			
22. 6.	27	22	22,0	19.—25. 6.
23. 6.	19			
24. 6.	28			
25. 6.	29			
26. 6.	46			
27. 6.	20			
28. 6.	58			
29. 6.	61	37	23,1	26. 6.—2. 7.
30. 6.	35			
1. 7.	28			
2. 7.	13			
4. 7.	10	10	26,0	3.—4. 7.

Datum	Geflügeltenzahl je Tag	Geflügeltenzahl Tagesdurchschnitt	Wochendurchschnittstemperatur °C	Woche	Datum	Geflügeltenzahl je Tag	Geflügeltenzahl Tagesdurchschnitt	Wochendurchschnittstemperatur °C	Woche
—	—	—	19,8	15.—21. 5.	1. 8.	60			
—	—	—	18,0	22.—28. 5.	2. 8.	20			
—	—	—	24,0	29. 5.—4. 6.	4. 8.	20	43	19.3	31. 7.—6. 8.
—	—	—	21,4	5.—11. 6.	5. 8.	50			
—	—	—	22,1	12.—18. 6.	6. 8.	48			
—	—	—	22,0	19.—25. 6.	7. 8.	21			
28. 6.	103				8. 8.	40			
29. 6.	76				9. 8.	30			
30. 6.	105	107	23,1	26. 6.—2. 7.	10. 8.	61	30	19,9	7.—13. 8.
1. 7	140				11. 8.	20			
2. 7.	110				12. 8.	15			
3. 7.	120				13. 8.	21			
4. 7.	460				14. 8.	35			
5. 7.	510				15. 8.	10			
6. 7.	500	464	22,1	3.—9. 7.	17. 8.	25	31	16,4	14.—20. 8.
7. 7.	630				18. 8.	10			
8. 7.	520				19. 8.	100			
9. 7.	506				20. 8.	36			
10. 7.	370				21. 8.	25			
11. 7.	30				22. 8.	28			
12. 7.	400				23. 8.	20			
13. 7.	100	196	17,4	10.—16. 7.	24. 8.	20	19	15,7	21.—27. 8.
14. 7.	165				25. 8.	5			
15. 7.	174				26. 8.	24			
16. 7.	130				27. 8.	10			
17. 7.	134				28. 8.	17			
18. 7.	100				29. 8.	20			
19. 7.	50				30. 8.	20			
20. 7.	40	96	18,0	17.—23. 7.	31. 8.	17	16	15,8	28. 8.—3. 9.
21. 7.	220				1. 9.	18			
23. 7.	130				2. 9.	14			
					3. 9.	5			
24. 7.	82				4. 9.	14			
25. 7.	70				5. 9.	7			
26. 7.	50				6. 9.	11			
27. 7.	60	68	17,2	24.—30. 7.	7. 9.	11	7	16,6	4.—10. 9.
28. 7.	55				8. 9.	4			
29. 7.	70				9. 9.	1			
30. 7.	90								
					11. 9.	6			
31. 7.	100	—	—	—	12. 9.	2	4	16,1	11.—17. 9.

den Temperaturen, die kurz vor und während der letzten Nymphenhäutung herrschen, vor allem auch die Wärmeverhältnisse vom Anbeginn der Nymphenentwicklung von großem Einfluß sein müssen, wurden die Temperaturen jeweils bis 6 Wochen vor Erscheinen der ersten Geflügelten zurückverfolgt.

Betrachten wir zunächst den Massenwechsel der Geflügelten aus Zucht 5—6. Die Kurven der zu dieser Zucht zusammengefaßten Kolonien ähneln sich alle in dem steilen Anstieg zum Gipfel und dem langsameren

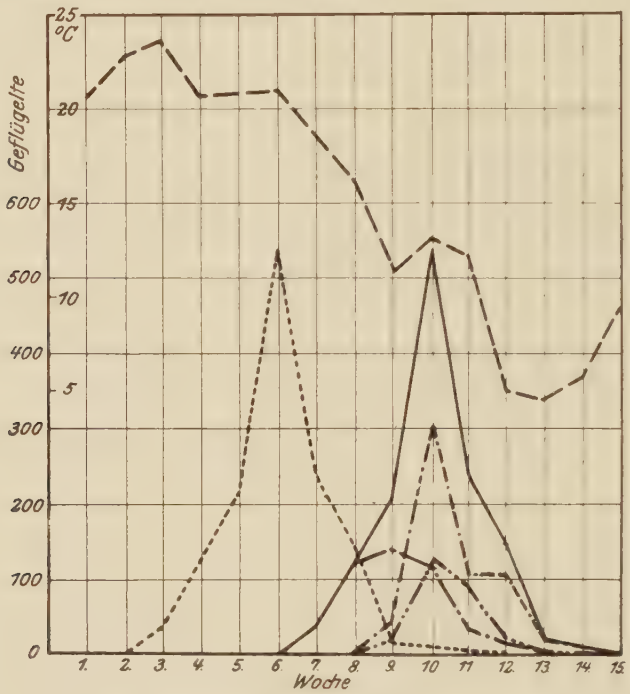


Abb. 1. Massenwechsel der Geflügelten von Zucht 5—6. (Tab. 11.

—.—.— Geflügelte aus Kolonie 1. ——— Geflügelte aus Kolonie 1 + 2 + 3.
— — .— „ „ „ 2. - - - - - - „ „ „ 1 + 2 + 3. (Kurve 4 Wochen zurückverlegt.)
..—..— „ „ „ 3. — — — Durchschnittstemperatur.

Abklingen (Abb. 1). Die Kulminationspunkte von Kolonie 2 und 3 fallen in den gleichen Wochenabschnitt, derjenige der Kolonie 1 dagegen, bei der die Entwicklung der Geflügelten auch zuerst begann, in den vorhergehenden Abschnitt. Da die drei fraglichen Kolonien am Wurzelhals von drei nebeneinanderstehenden Bäumen saßen, schalten Klima- und Bodenfaktoren zur Erklärung der Divergenz aus. Dagegen kann sehr wohl ein anderer Wachstumzustand (vgl. Börner 6 u. 7) des Trägers der Kolonie 1 von Einfluß darauf gewesen sein. Wir fassen zum Vergleich mit der Temperatur die Kolonien zusammen und erhalten eine nahezu gleichmäßig an- und absteigende Kurve, deren Kulminationspunkt auf der gleichen

Ordinate wie die Gipfelpunkte der Kurven von Kolonie 2 und 3 liegt. Vier Wochen vor dem Auftreten der ersten Geflügelten erreichte die Temperaturkurve ihren höchsten Punkt. Sie fällt von da stark ab und steigt erst wieder nach Schluß der Geflügeltenperiode. Im Kulminationsabschnitt der Geflügeltenkurve bildet auch sie einen kleinen Gipfel, der für das rasche Schlüpfen eines großen Teils der Nymphen von Bedeutung gewesen ist. Wenn wir als durchschnittliche Entwicklungsdauer der Nymphen 4 Wochen annehmen — genaue Feststellungen darüber existieren noch nicht —, und dementsprechend die einzelnen Punkte der Geflügeltenkurven jeweils um 4 Wochenabschnitte zurückverlegen, dann ergibt sich, daß die Determination der Embryonen (bezw. Junglarven) zu Nymphen zunächst unter dem Einfluß hoher Wärme stand, die die Bildung der Hauptmasse der Nymphen hervorrief. Mit sinkender Wärme wurde dann auch der Anstoß zur Nymphenbildung immer schwächer. Das kommt in dem allmählichen Abklingen der einzelnen Kolonienkurven zum Ausdruck.

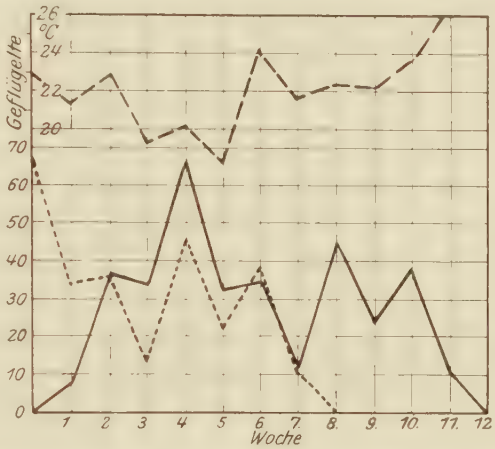


Abb. 2. Massenwechsel der Geflügelten von Zucht 9. (Tab. 13.)
——— Geflügelte.
- - - - - - Geflügeltenkurve vier Wochen zurückverlegt.
— — — Durchschnittstemperatur.

Noch deutlicher zeigt sich der Einfluß der Temperaturen, die zu Beginn der Nymphenentwicklung herrschten, auf den Massenwechsel der Geflügelten in der Kurve der Zucht 9 (Abb. 2), die so verlief, daß das befallene Apfelbäumchen sofort nach dem Erscheinen der ersten Geflügelten, die vom 26. April regelmäßig abgelesen wurden, aus dem Kalthaus ins Warmhaus übernommen wurde. Leider bestehen aus dem Kalthaus keine Temperaturaufzeichnungen. Sie sind allerdings entbehrlich, da der Gipfelpunkt der Geflügeltenkurve, 4 Wochen zurückverlegt, gerade mit der Übernahme ins Warmhaus zusammenfällt und das Ansteigen der Kurve in die bestimmt viel geringere Wärme des Kalthauses fällt. Vergleichen wir bei dieser Kurve die Werte der einzelnen Wochenabschnitte mit den 4 Wochen zurückliegenden Temperaturwerten, dann treffen in beiden Kurven stets Gipfel und Täler zusammen, wenn ihre Höhe und Tiefe auch nicht immer übereinstimmt.

Die gleichen Verhältnisse finden wir in der kurvenmäßigen Darstellung der Zucht 8 (Abb. 3). Auch hier treffen bei der Rückwärtsverlegung der Geflügeltenkurve um 4 Wochen Täler und Gipfel der beiden Kurven mit einer Ausnahme zusammen. Während hier aber auch

die zur Zeit des Schlüpfens der Geflügelten herrschende Temperatur zugleich mit der Geflügeltenkurve einen Gipfelwert erreicht, trifft in der vorhergehend erwähnten Zucht der Hauptgipfel der Geflügeltenkurve mit einem Tal der Temperaturkurve zusammen, das aber bei der trotzdem noch ziemlich hohen Temperatur nicht hindernd wirken konnte.

Einen interessanten Sonderfall stellt die Zucht 10 dar (Abb. 4), da, wie erwähnt, das in Frage kommende Bäumchen bis zur 8. Woche im Warmhaus mit seinen wenig schwankenden Temperaturen gestanden hatte, dann aber ins Freiland an einen schattigen Platz gestellt war mit tags und nachts stark schwankenden Wärmegraden. Die erste Entwicklung der Nymphen steht bis zum Schlüpfen der ersten Hauptmenge Geflügelter unter dem Einfluß der hohen Treibhaustemperatur. Ins Freiland gebracht,

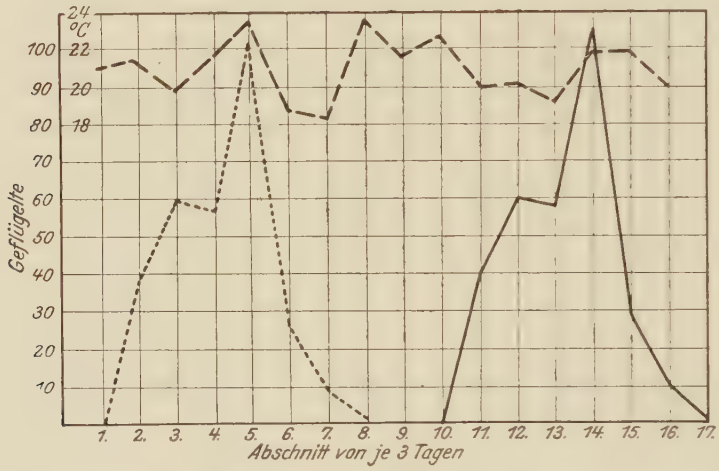


Abb. 3. Massenwechsel der Geflügelten von Zucht 8. (Tab. 12.) (Erklärung wie bei Abb. 2.)

erfährt die Weiterentwicklung der noch nicht geschlüpften Nymphen eine starke Hemmung, die das sich über eine ganze Reihe von Wochen hinziehende Abklingen der Kurve zur Folge hat. Der nahezu völlige Mangel direkten Sonnenlichtes hat natürlich auch seinen hindernden Einfluß geltend gemacht. Wäre das Bäumchen im Gewächshaus geblieben, hätte theoretisch die Geflügeltenentwicklung nach dem ersten Anstieg in gewisser Stärke einige Zeit fortdauern und dann ganz erlöschen müssen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß nach den gegebenen Beispielen der Massenwechsel der Blutlausgeflügelten grundsätzlich von der Temperatur richtunggebend beeinflußt wird, die während der Entwicklung der Nymphen von ihrem ersten Beginn ab herrscht, daß er andererseits gelegentlich durch die zur Zeit des Schlüpfens der Geflügelten herrschende Temperatur mehr oder minder modifiziert werden kann.

Über die Ursachen, die zur Bildung der Geflügelten in den Kolonien führen, gibt es in der Hauptsache zwei Meinungen. So nimmt Börner

an, daß eine Anpassung bestimmter Generationstypen der Blattläuse an bestimmte Säftezustände der Wirtspflanzen vorliegen, daß also z. B. die Geflügelten der Blutlaus mit zunehmender Herbstreife des Apfelbaumes in Erscheinung treten. Dem steht bei den Blutläusen scheinbar entgegen, daß sowohl am gleichen Baum wie auch an dicht benachbarten unter den gleichen Umweltbedingungen stehenden Bäumen, manche Kolonien sich nahezu völlig in Geflügelte auflösen, während andere gänzlich ohne Geflügelte bleiben. Das wird aber bei allen Blattläusen beobachtet, bei denen die Virginogenen ihre Generationsfolge nicht mit Entwicklung der Sexuparen abschließen, sondern unter Fortsetzung der virginogenen Serie nur teilweise sexupar werden und von ihrer Wirtspflanze abwandern, um

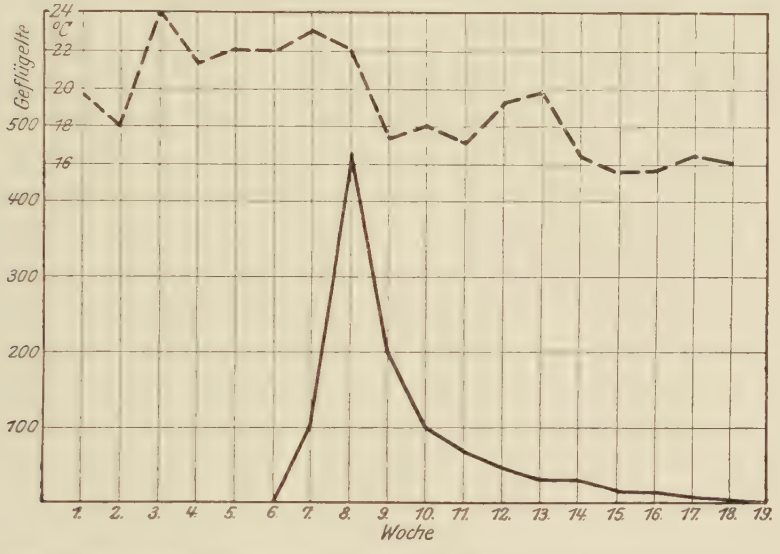


Abb. 4. Massenwechsel der Geflügelten von Zucht 10. (Tab. 14.) (Erklärung wie bei Abb. 2.

den Wirt der Fundatrix aufzusuchen, auf der ihre Brut das befruchtete Winterei ablegt. Zweifellos spielen bei der Trennung der virginogenen und sexuparen Entwicklungsreihe klimatische Faktoren eine wichtige Rolle. Nach Börner dürfte aber bei der Blutlaus auch eine Tendenz in Richtung zur Anholozyklie, welche unter virginogener Vermehrung bei vielen Blattläusen eingetreten ist, die Produktion von Sexuparen und damit auch der geflügelten Blutläuse wesentlich herabsetzen und Unterschiede einzelner Kolonien in dieser Hinsicht steigern. Der anderen Annahme, wie sie Foà und Grassi bei Rebläusen vertreten und zu der bezüglich der Blutlaus auch Marchal neigt, daß nämlich durch das Vorhandensein von starken Kolonien vielleicht irgendwelche toxisch wirkende Stoffe sich im Gewebe anreichern, die sich im Herbst bei vermindertem Saftstrom in verstärktem Maße bemerkbar machen sollen, steht einmal das von mir öfter beobachtete Auftreten von Geflügelten auch in sehr kleinen Kolonien

an schwach befallenen Bäumen und dann ihr noch häufiger vorkommendes Nichterscheinen in sehr starken Kolonien an verhältnismäßig schwer befallenen Bäumen entgegen. Die letzte Annahme hat also wenig Wahrscheinlichkeit für sich.

b) Jungenzahl und Temperatur während der Entwicklung der Geflügelten.

Die Zahl der Jungen, die von den einzelnen Geflügelten wie von ihrer Gesamtheit in einer Zucht geboren wurde, schwankt ganz außerordentlich. Im Höchstfall setzte in meinen Zuchten eine sexupare Geflügelte 12 und eine virginopare 16 Junge ab, gegenüber 8 bezw. 19 in den Zuchten von Schneider-Orelli und Leuzinger und 10 bezw. 14 in denen von Marchal. Um der Ursache dieser Schwankungen näher zu kommen,

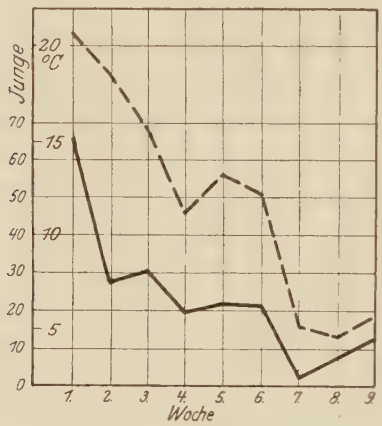


Abb. 5. Temperatur und Jungenzahl in Zucht 5—6. (Tab. 15.)
—— Jungenzahl. — — — Durchschnittstemperatur.

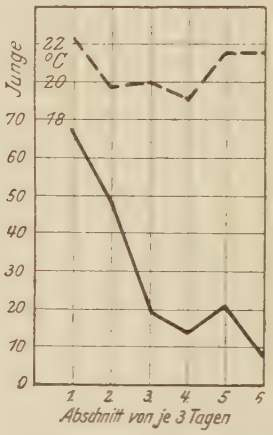


Abb. 6. Temperatur und Jungenzahl in Zucht 8. (Tab. 18.)
(Erklärung siehe Abb. 5.)

verglich ich zunächst bei meinen sämtlichen Freilandzuchten die Durchschnittstemperaturen, unter deren Einfluß sie gestanden hatten. Dabei ergab sich folgende Abhängigkeit der Jungenzahl von der während der Geflügeltenentwicklung herrschenden Temperatur: Je niedriger die Durchschnittstemperatur, um so niedriger die auf 100 Geflügelte berechnete Jungenzahl und umgekehrt.

In der Zucht 7 gebaren bei einer Durchschnittstemperatur von 8,7° 100 Geflügelte 65 Junge, in Zucht 14 bei 11,6° 91 Junge, in Zucht 5 bis 6 bei 12,2°, 109 Junge, in Zucht 11 bei 16,6° 268 Junge und endlich in Zucht 3 bei 18,2° 251 Junge. Von der oben aufgestellten Regel weicht also nur die letztgenannte Zucht unwesentlich ab, vielleicht deshalb, weil die Zucht 3 nur sehr wenig Geflügelte umfaßt.

Keine Gültigkeit hat die oben geschilderte Abhängigkeit der Jungenzahl von der Durchschnittstemperatur bei den Gewächshauszuchten. Die Zuchten 8, 9 und 12, die unter Einwirkung annähernd der gleichen

Durchschnittstemperatur gestanden hatten, zeigten auf 100 Geflügelte in der genannten Reihenfolge 126, 213 und 322 Nachkommen. Eine Erklärungsmöglichkeit für diese Divergenz liegt in der ganz verschiedenen Jahreszeit, in welche die Zuchten fielen. So begann und endete Zucht 8 im Januar, Zucht 9 erstreckte sich über April, Mai und Juni und Zucht 12 über September und Oktober. Die Jungenzahl steigt also bei diesen 3 Zuchten mit vorrückender Jahreszeit, ohne daß für diesen hier geltenden Satz bei der kleinen Versuchsanzahl irgendwelche Allgemeingültigkeit beansprucht würde. Eine andere Erklärungsmöglichkeit würde in dem verschiedenen Wachstumszustand der Versuchsbäumchen zu suchen sein, über den leider keine Notizen vorliegen.

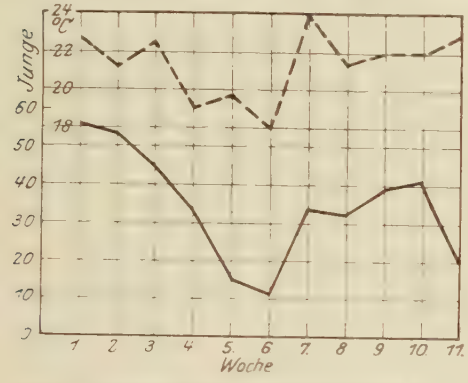


Abb. 7. Temperatur und Jungenzahl in Zucht 9. (Tab. 16.) (Erklärung siehe Abb. 5.)

Ähnliche Schwankungen in den Jungenzahlen, wie sie beim Vergleich der einzelnen Zuchten untereinander in Erscheinung treten, sind nun auch bemerkbar, wenn man die einzelnen Abschnitte einer einzigen Zucht miteinander vergleicht oder die auf eine bestimmte Anzahl Geflügelter entfallende Jungenzahl gleicher Zuchtabschnitte berechnet und graphisch darstellt. Das wird aus den beigegebenen Abbildungen 5—8 deutlich, die ganz verschiedene Typen des zahlenmäßigen Verlaufs der Gebärfähigkeit im Verlauf derselben Zuchten wiedergeben, welche schon zur Darstellung des Massenwechsels der Geflügelten Verwendung fanden (Tab. 15—18). So fällt die Kurve der auf je 20 Geflügelte in den einzelnen Wochenabschnitten berechneten Jungenzahl in Zucht 5—6 von dem höchsten Wert der gleich in der ersten Woche erreicht wird, steil ab, hält sich dann annähernd auf gleicher Höhe, um nach nochmaligem Steilabfall am Ende der Zucht wieder emporzuklettern. Ganz anders verläuft die Kurve in Zucht 10, wo sich zwischen den gleich hohen Gipfeln zu Anfang und gegen Ende der Zucht ein weites Tal erstreckt und der steile Abfall erst nach dem letzten Gipfel erfolgt. Auch bei den Kurven der Zuchten 8

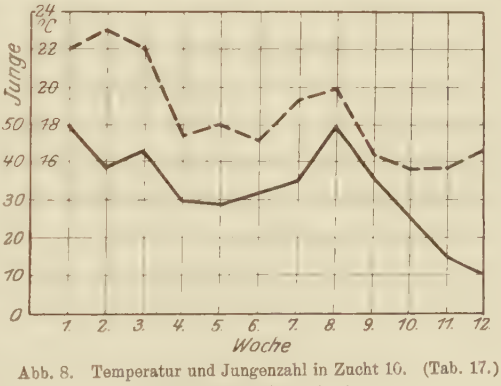


Abb. 8. Temperatur und Jungenzahl in Zucht 10. (Tab. 17.) (Erklärung siehe Abb. 5.)

Tabelle 15. (Zucht 5—6.)

Datum	Jungenzahl auf 20 Geflügelte berechnet				Wochen-durchschnitts-temperatur ° C	Woche
	♂	♀ (♀)	zu-sammen	Tages-durchschnitt je Woche		
—	—	—	—	—	20,8	5.—11. 9.
17. 9.	26	36 (4)	66	66	18,7	12.—18. 9.
21. 9.	35	13	48			
22. 9.	17	3	20			
23. 9.	14	1	15	27	15,9	19.—25. 9.
24. 9.	28	5	33			
25. 9.	17	3	20			
27. 9.	—	—	—			
28. 9.	30	12	42			
29. 9.	16	7	23	30	11,2	26. 9.—2. 10.
30. 9.	17	15	32			
1. 10.	12	11	23			
2. 10.	—	—	—			
3. 10.	—	—	—			
4. 10.	—	—	—			
5. 10.	17	8	25	19	13,0	3.—9. 10.
6. 10.	17	3	20			
7. 10.	13	4	17			
8. 10.	13	3	16			
9. 10.	13	5	18			
11. 10.	14	5	19	21	12,1	10.—16. 10.
13. 10.	16	8	24			
14. 10.	14	5	19			
18. 10.	15	6	21	21	5,0	17.—23. 10.
26. 10.	1	1	2	2	4,5	24.—30. 10.
5. 11.	5	2	7	7	5,6	31. 10.—6. 11.
9. 11.	4	5	9			
10. 11.	9	8	17	12	9,0	7.—13. 11.
13. 11.	3	7	10			

Tabelle 16. (Zucht 9.)

Datum	Jungenzahl auf 20 Geflügelte berechnet ♂	♀ (♀)	zusammen	Tagesdurchschnitt je Woche	Wochen-durchschnitts-temperatur ° C	Woche
26. 4.	—	40	40			
27. 4.	20	13	33			
28. 4.	31	5	36	56	21,1	24.—30. 4.
29. 4.	40	60	100			
30. 4.	13	56	69			
1. 5.	15	3	18			
2. 5.	10	15	25			
3. 5.	13	33	46	54	22,6	1.—7. 5.
4. 5.	14	70	84			
5. 5.	8	71	79			
6. 5.	4	70	74			
10. 5.	10	44	54			
11. 5.	12	40	52			
12. 5.	11	22	33	45	19,1	8.—14. 5.
13. 5.	13	35	48			
14. 5.	10	31	41			
15. 5.	9	42 (14)	65			
16. 5.	12	42	54			
17. 5.	2	9	11	33	19,9	15.—21. 5.
18. 5.	1	15	16			
19. 5.	6	27	33			
21. 5.	3	17	20			
22. 5.	1	19	20			
23. 5.	—	16	16	15	18,0	22.—28. 5.
26. 5.	1	15	16			
27. 5.	—	7	7			
29. 5.	—	—	—			
30. 5.	1	10	11			
31. 5.	—	—	—	11	24,0	29. 5.—4. 6.
1. 6.	1	7	8			
3. 6.	1	14	15			
4. 6.	3	17	20			
7. 6.	2	31	33			
8. 6.	7	24	31	34	21,4	5.—11. 6.
11. 6.	4	35	39			
12. 6.	12	18	30			
13. 6.	1	12	13			
14. 6.	14	30	44			
15. 6.	6	28	34	32	22,1	12.—18. 6.
16. 6.	—	—	—			
17. 6	13	35 (8)	57			
18. 6.	9	39	48			
19. 6.	10	37	47			
20. 6.	8	30	38			
21. 6.	12	8	20			
22. 6.	8	23 (1)	32	39	22,0	19.—25. 6.
23. 6.	8	34 (5)	47			
24. 6.	4	32 (6)	42			
25. 6.	8	37	45			
26. 6.	2	37	39			
27. 6.	7	30	37			
28. 6.	6	55	61			
29. 6.	4	51 (1)	55	41	23,1	26. 6.—2. 7.
30. 6.	9	21	30			
1. 7.	13	30	43			
2. 7.	—	19	19			
4. 7.	2	18	20	20	26,0	3.—4. 7.

Tabelle 17. (Zucht 10.)

Datum	Jungenzahl auf 20 Geflügelte berechnet ♂	♀ (♀)	zusammen	Tagesdurchschnitt je Woche	Wochendurchschnittstemperatur ° C	Woche
28. 6.	19	57	76			
29. 6.	19	45	64			
30. 6.	12	41	53	50	23,1	26. 6.—2. 7.
1. 7.	13	12	25			
2. 7.	7	24	31			
3. 7.	14	29	43			
4. 7.	11	17	28			
5. 7.	19	27	46			
6. 7.	16	20	36	39	22,1	3. 9. 7.
7. 7.	12	11	23			
8. 7.	19	24	43			
9. 7.	19	28	47			
10. 7.	20	31	51			
11. 7.	16	22	38			
12. 7.	21	45	66			
13. 7.	15	30	45	43	17,4	10.—16. 7.
14. 7.	18	23	41			
15. 7.	11	14	25			
16. 7.	14	20	34			
17. 7.	13	18	31			
18. 7.	14	16	30			
19. 7.	9	9	18			
20. 7.	14	18(1)	33	30	18,0	17.—23. 7.
21. 7.	18	14	32			
23. 7.	17	22	39			
24. 7.	10	16	26			
25. 7.	4	7	11			
26. 7.	6	11	17			
27. 7.	18	25	43	29	17,2	24.—30. 7.
28. 7.	13	19	32			
29. 7.	10	11	21			
30. 7.	15	29	44			
31. 7.	11	24	35			
1. 8.	27	19	46			
2. 8.	8	18	26	32	19,3	31. 7.—6. 8.
4. 8.	13	18	31			
6. 8.	15	8	23			
7. 8.	8	22	30			
8. 8.	18	23	41			
10. 8.	14	26	40	35	19,9	7.—13. 8.
11. 8.	11	13	24			
12. 8.	12	23	35			
13. 8.	19	19	38			
14. 8.	17	19	36			
15. 8.	14	10	24			
17. 8.	27	16	43			
18. 8.	12	36(40)	88	50	16,4	14.—20. 8.
19. 8.	27	33(1)	61			
20. 8.	19	23(1)	43			
21. 8.	18	36	54			
22. 8.	15	28	43			
23. 8.	17	15	32			
25. 8.	28	12	40	37	15,7	21.—27. 8.
26. 8.	6	15	21			
27. 8.	16	16	32			
28. 8.	19	14	33			
29. 8.	17	19	36			
30. 8.	15	12	27			
31. 8.	18	11	29	26	15,8	28. 8.—3. 9.
1. 9	7	8	15			
2. 9.	13	4	17			
3. 9.	16	—	16			
4. 9.	20	7	27			
5. 9.	17	—	17			
6. 9.	16	2	18			
7. 9.	9	5	14	15	16,6	4.—10. 9.
8. 9.	15	—	15			
9. 9.	—	—	—			
11. 9.	10	—	10	10	16,1	11.—17. 9.
12. 9.	10	—	10			

Tabelle 18. (Zucht 8.)

(i = Intermediärformen.)

Datum	♂	♀ (i)	Zusammen	3tägiger Durchschnitt	Durchschnittstemperatur je 3 aufeinanderfolgender Tage
3.—5. 1.	—	—	—	—	22,4
7. 1.	16	43 (8)	67	67	19,7
8. 1.	17	48 (2)	67		
10. 1.	9	36 (3)	48	48	19,9
11. 1.	18	29 (1)	48		
13. 1.	11	10	21	18	19,0
14. 1.	8	5 (1)	14		
15. 1.	7	7	14	13	21,5
17. 1.	4	7	11		
18. 1.	6	4	10	20	21,5
19. 1.	10	6	16		
20. 1.	8	6	14		
21. 1.	—	—	—	6	19,5
22. 1.	8	4	12		

und 9 liegen die Gipfel am Anfang, dann kommt ein tiefes Tal, dem im letzten Fall eine längere, im ersten eine kürzere Erhebung folgt. Der Grund für diese merkwürdigen Verhältnisse wird klar, wenn man die besprochenen Kurven mit den zugehörigen Temperaturkurven vergleicht. Es ergibt sich dabei eine zwar nicht immer bis ins einzelne gehende Parallelität der Jungenzahl- und Temperaturkurven, aber immerhin ein Gleichlauf, welcher die Annahme einer ausschlaggebenden Abhängigkeit der Jungenzahl von den Temperaturen rechtfertigt, die zur Schlüpfzeit der Geflügelten herrschten. Bei genauem Vergleich der Kurven ergibt sich die zunächst befremdende Tatsache, daß sich die Kurvenpunkte der einzelnen Abschnitte nicht entsprechen, daß also selten Tal und Tal, Gipfel und Gipfel zusammenfallen, sondern daß das Umgekehrte der Fall ist. Da aber die Geburt der Jungen wie wir später sehen werden, nicht annähernd mit dem Schlüpftag der Geflügelten zusammenfällt, sondern normal sich vom 3. bis zum 6. Tag hinzieht, wobei hier der Geburtstag der Geflügelten als erster Tag gelten möge, bezieht sich jeder Punkt der Temperaturkurve auf den folgenden Punkt der Jungenkurve. In den beigefügten Kurven (Abb. 5 bis 8) wurden die Kurven der Jungenzahlen deshalb um eine Einheit nach links verschoben eingezeichnet. So betrachtet, ergibt sich die oben erwähnte im ganzen bemerkbare Parallelität der Kurven.

c) Jungenzahl sowie Zeitpunkt der Geburt und Temperatur während der Geburtsperiode.

Um zu prüfen, ob die Temperatur, die auf die Geflügelten nach dem Schlüpfen einwirkt, Einfluß auf die Zahl ihrer Jungen hat, wurden 1928 zahlreiche Geflügelte gleicher Herkunft in 4 Versuchsreihen unter verschiedenen Wärmeverhältnissen beobachtet. Die erste Reihe wurde in einem eisgekühlten Aurophangefäß bei einer wenig schwankenden Temperatur, die im Durchschnitt 5,8° betrug, gehalten. Die zweite Reihe war im Freiland bei den üblichen großen Schwankungen einer Durchschnittstemperatur von 7,6° ausgesetzt, während die dritte Reihe im Laboratorium unter Einwirkung einer ziemlich konstanten Wärme stand, die im Durchschnitt 17,3° betrug, und die vierte Reihe im Thermostaten bei konstanter Wärme von 24° beobachtet wurde. Die auf 100 Geflügelte berechnete Zahl der Jungen war in den einzelnen Reihen sehr verschieden und zwar ergab die erste Reihe 20, die zweite 207, die dritte 395 und die vierte endlich 294 Junge. Das Optimum läge danach also bei einer um 17° herum liegenden Temperatur, wenn nicht die im Thermostaten geringere Feuchtigkeit erschwerend auf den Geburtsakt gewirkt hat. Weiter geht aus den Zahlen hervor, daß konstante Temperaturen um 5° herum die Geburt der Jungen nahezu verhindern, während nachts tiefer heruntergehende, dafür aber tags zwischen 10° und 20° liegende Temperaturen, wie sie den normalen Freilandverhältnissen entsprechen, nicht wesentlich erschwerend wirken.

Einen ähnlichen Einfluß hatten die besprochenen verschiedenen Temperaturverhältnisse auf den Zeitpunkt der Geburt der Jungen (Tab. 19). Die ersten Jungen wurden im Aurophangefäß bei 5,8° am 4. Tag geboren, wobei darauf hingewiesen sei, daß hier wie auch bei den später folgenden Angaben der dem Geburtstag der Geflügelten folgende Tag als erster Tag (= Beobachtungstag) angenommen wurde. Die übrigen Jungen verteilten sich unregelmäßig auf die nächsten 9 Tage bis zum 13. Tag. Im Freiland erschienen bei 7,6° die Jungen sogleich in größerer Anzahl am 2. Tag, während am 8. Tag die letzten geboren wurden. Im Laboratorium wurde bei 17,3° 1 Junges ausnahmsweise am 1. Tag geboren, die übrigen verteilten sich auf den 2.—5. Tag mit der Hauptmenge am 4. Tag. Im Thermostaten endlich bei 24° zog sich die Geburt der Jungen auf 3 Tage mit dem Schwerpunkt auf dem 3. Tag zusammen und nur 2 Junge wurden am 5. Tag geboren. Aus der Tabelle geht lediglich hervor, daß steigende Temperaturen beschleunigend auf die Geburt der Jungen einwirken, während eine Erklärung für das zerstreute Erscheinen der Jungen im Aurophangefäß und Freiland, das graphisch dargestellt, zweigipflige Kurven ergeben würde, nicht gegeben werden kann.

Tabelle 19.

Geburt der Jungen 1928.

Tag	Es wurden geboren in den Zuchten im							
	Aurophangefäß (5,8°) %		Freiland (7,6°) %		Laboratorium (17,3°) %		Thermostat (24°) %	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1.	—	—	—	—	1,1	—	—	—
2.	—	—	45,6	51,9	20,4	5,7	27,5	29,9
3.	—	—	14,7	9,1	17,4	12,8	63,3	58,6
4.	33,9	35,7	11,8	20,8	48,8	65,7	7,5	11,5
5.	—	—	4,4	3,9	12,5	15,7	1,7	—
6.	—	—	14,7	10,4	—	—	—	—
7.	—	7,1	5,9	2,6	—	—	—	—
8.	—	7,1	2,9	1,2	—	—	—	—
9.	66,7	28,6	—	—	—	—	—	—
10.	—	14,3	—	—	—	—	—	—
11.	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	—	—	—	—	—	—	—	—
13.	—	7,1	—	—	—	—	—	—

d) Lebensdauer der Geflügelten und Temperatur.

Umgekehrt wie auf den Zeitpunkt der Geburt der Jungen wirkten sich die gleichen Temperaturen auf die Lebensdauer der Geflügelten aus. Im Aurophangefäß bei 5.8° starben die ersten Geflügelten am 8. Tag, am selben Tag, an dem im Freiland bei 7,6° die letzten Geflügelten starben. Genau wie die Geburt der Jungen war unter diesen Wärmeverhältnissen auch das Sterben der Geflügelten auf einen langen Zeitraum, der hier ungleich länger ist, ausgedehnt (Tab. 20), ohne daß hier wie da die Ursache dafür klar wäre. Ein großer Teil starb am 9. Tag, 46,0% lebten länger als 10 und 20,1% länger als 20 Tage. Eine Geflügelte erreichte sogar ein Alter von 30 Tagen. Sehr verschieden lang war auch die Lebensdauer im Freiland bei der schon öfter angegebenen Temperatur. Ein großer Teil der Geflügelten überlebte den 3. Tag nicht, während 48,6% älter als 5 Tage wurden. Wie bei der Geburt der Jungen würde eine graphische Darstellung der Lebensdauer eine zweigipflige Kurve ergeben. Im Laboratorium starb die Mehrzahl vom 3.—5. Tag und im Thermostaten endlich vom 2.—4. Tag. Ganz allgemein ausgedrückt verkürzen hohe Temperaturen also die Lebensdauer der Geflügelten, während tiefere sie verlängern.

e) Allgemeines.

Ein mitunter recht beträchtlicher Teil der Geflügelten blieb ohne Nachkommen, so zum Beispiel rund 40% in Zucht 8, 32,1% in Zucht 9 und 31,4% in Zucht 10. In der zweiten der oben geschilderten Versuchs-

Tabelle 20. (Lebensdauer der Geflügelten 1928.)

Tag	Es starben in den Zuchten im			
	Aurophan-gefäß (5,8°) %	Freiland (7,6°) %	Laboratorium (17,3°) %	Thermostat (240°) %
1.	—	—	2,5	—
2.	—	27,0	2,5	27,1
3.	—	14,3	22,5	44,3
4.	—	4,3	30,0	22,9
5.	—	5,7	30,0	4,3
6.	—	34,3	12,5	1,4
7.	—	2,9	—	—
8.	5,9	11,4	—	—
9.	24,7	—	—	—
10.	3,5	—	—	—
11.	1,2	—	—	—
12.	11,8	—	—	—
13.	5,9	—	—	—
14.	2,4	—	—	—
15.	9,4	—	—	—
16.	1,2	—	—	—
17.	3,5	—	—	—
18.	4,7	—	—	—
19.	1,2	—	—	—
20.	4,7	—	—	—
21.	—	—	—	—
22.	—	—	—	—
23.	10,6	—	—	—
24.	1,2	—	—	—
25.	—	—	—	—
26.	—	—	—	—
27.	2,4	—	—	—
28.	3,5	—	—	—
29.	1,2	—	—	—
30.	1,2	—	—	—

reihen wies den geringsten Anteil an Geflügelten, die keine Jungen absetzten, der Laboratoriumsversuch mit 10% auf, dann folgte der Thermostatenversuch mit 19,7%, der Freilandversuch mit 28% und den Schluß bildete mit der überragenden Menge von 82,9% nicht gebärender Geflügelter der Versuch im Aurophangefäß. Es ergeben sich von diesem Gesichtspunkt aus also ähnliche Beziehungen wie bei der Berücksichtigung der Jungenzahl und der herrschenden Temperaturen.

Die einzelne Geflügelte gebärt ihre sämtlichen Jungen, wie auch Marchal berichtet, meist am gleichen Tag, nur manchmal an zwei auf-

einanderfolgenden Tagen. Nach dem Absetzen der Jungen leben die Geflügelten in der Regel noch einen Tag, selten 2 Tage.

Ein Saugen der Geflügelten, wie es Marchal und vor ihm schon Mokrzecki an der Unterseite von Apfel- und Ulmenblättern sahen, habe ich nie beobachtet.

6. Biologische Beobachtungen an Blutlaussexuellen.

a) Allgemeine Beobachtungen.

Zur Beobachtung der Entwicklung der Sexuellen bediente ich mich derselben kurzen Glasröhrchen, die ich schon im technischen Teil näher beschrieb. In die Gläschen kam ein kleines Nummerschildchen, um Verwechslungen zu vermeiden. Die Sexuellen wurden mit der Präpariernadel aus dem Geburtsgläschen entfernt und so auf den Watteprop des Beobachtungsgläschens gesetzt. Nach kurzem Umherwandern hatten sie entweder eine kleine Falte in dem Pfropf gefunden, in die sie hineinkrochen, oder sie schoben sich am Rand des Glases so tief als möglich zwischen dieses und den Watttepfropf und verharrten hier sehr oft, bis sie sich voll entwickelt und sämtliche Häutungen überstanden hatten. Nicht wenige wechselten auch nach ihrer Häutung den Platz, so daß die Häute in Abständen am Rand des Wattepfropfens verteilt waren. Bei der Häutung zeigte sich eine unangenehme Eigenschaft der Glasröhrchen darin, daß die frischgehäuteten Sexuellen mit der noch feuchten neuen Haut am Glas kleben blieben und oft eingingen, ehe sie bei der nächsten Kontrolle abgelöst werden konnten. Solche abgelösten Tiere häuteten sich meist ganz normal zu Ende. Ein anderer Nachteil der Zuchtgläschen bestand darin, daß bei Freilandversuchen vor allem im Herbst die Gläschen innen beschlugen, und an den nassen Wänden viele Tierchen den Tod fanden.

Sobald die Männchen die Reifehäutung hinter sich hatten, begannen sie ruhelos und mit ziemlich großer Geschwindigkeit in den Zuchtgläsern auf der Suche nach Weibchen umherherzuwandern. Ihre im Verhältnis zu den neugeborenen Männchen langen und schlanken Fühler bewegten sie unermüdlich hin und her. Die Weibchen wechselten nach der letzten Häutung ihren Platz kaum, sondern erwarteten, ohne sich weit zu entfernen, die begattungslustigen Männchen. Wurden zur Massenzucht von Sexuellen viele Geflügelte in eine mit weißem Löschpapier ausgelegte Petrischale gesetzt, so sammelten sich die abgesetzten Sexuellen bald an der Unterseite des Papieres zwischen Papier und Schale, wobei dahingestellt sei, ob die geringere Lichtstärke unter dem Papier oder der geringere Zwischenraum zwischen Papier und Glas sie mehr anzogen. Hatte das rundgeschnittene Papier nicht ganz gepaßt und sich beim Hineindrücken in die Schale am Rand gefaltet, dann wurden diese kleinen Fältchen von den Weibchen besonders bevorzugt. Waren in der Schale sehr viele Sexuelle geboren

worden, so saßen sie oft dicht nebeneinander nicht weit vom Rand der Schale an wenigen Stellen und blieben hier bis zur Reife. Die vielen abgeworfenen Häute bildeten dann eine regelrechte Schicht über ihnen.

b) Zahl der Häutungen.

Nach den Angaben der amerikanischen Blutlausliteratur und denen von Schneider-Orelli und Leuzinger machen Männchen und Weibchen vier Häutungen bis zur Reife durch. Das trifft auf die Sexuellen anderer Eriosoma-Arten, z. B. ulmi, lanuginosum und inopinatum, zu. Für *Eriosoma lanigerum* fand ich vier Häutungen dagegen nur beim Weibchen, während sich die Männchen in meinen Zuchten stets nur dreimal häuteten, Da ich zur Zeit der Anstellung dieser Zuchten mit der Feststellung einer nur dreimaligen Häutung des Männchens der Blutlaus alleinstand, habe ich, um sicher zu gehen, über 90 Männchen von der Geburt bis zum Tode durchgezüchtet, und zwar immer mit dem gleichen Ergebnis. Etwa noch bestehende Zweifel wurden durch den stets mit der dritten Häutung sichtbar werdenden Begattungsapparat und durch das Verhalten dreimal gehäuteter Männchen reifen Weibchen gegenüber behoben. Während sich nämlich zweimal gehäutete Männchen reifen Weibchen gegenüber völlig passiv verhielten, schritten dreimal gehäutete Männchen, mit erwachsenen Weibchen zusammengebracht, unverzüglich zur Kopulation. Zuchten von Männchen im Freiland und im Thermostaten ergaben die gleiche Häutungszahl. Als mir gelegentlich einer anderen Sendung aus Italien zufällig eine größere Anzahl Blutlausgeflügelter in die Hände kam, führte ich auch mit ihnen Zuchten von Sexuellen mit immer gleichem Ergebnis durch. Die durch 3 aufeinanderfolgende Häutungen vorsichgehende Entwicklung der Blutlausmännchen stand also für aus Deutschland und Italien kommendes Material fest. Die in der Einleitung erwähnte neueste Blutlausarbeit Marchals bestätigt meine Ergebnisse für Frankreich vollkommen. Merkwürdigerweise will Marchal zweimal bei Weibchen, die nicht befruchtet worden waren, eine fünfte Häutung beobachtet haben. Marchal teilt weiter mit, daß schon Lignières über nur eine dreimalige Häutung allerdings beider Geschlechter berichtet. Letzterer fand nur dann eine viermalige Häutung bei Weibchen, wenn sie innerhalb 5—6 Tagen nach der dritten Häutung nicht begattet worden waren. Interessant wäre es nun zu erfahren, ob in Amerika gleiche Verhältnisse vorliegen.

c) Größen- und Gewichtsveränderung während der Entwicklung.

Da die Sexuellen der Blutlaus keine Nahrung zu sich nehmen können, erfolgt ihre gesamte Entwicklung von der Geburt bis zur Kopulation beim Männchen bezw. Eiablage beim Weibchen auf Kosten von Reservestoffen, die nach und nach aufgezehrt werden. Da mich die Stoffmengen interessierten, die bei den einzelnen Häutungen verbraucht werden, wog ich je

20 eben geborene, einmal gehäutete und viermal gehäutete Weibchen und stellte folgende Gewichtszahlen fest: 20 eben geborene Weibchen wogen 0,00074 g; ein Weibchen also 0,000037 g. 20 einmal gehäutete Weibchen wogen 0,00062 g; ein Weibchen also 0,000031 g. 20 viermal gehäutete Weibchen wogen 0,00046 g; ein Weibchen also 0,000023 g. Die Gewichtsabnahme nach der ersten Häutung oder die verbrauchte Reservestoffmenge bis zur ersten Häutung zuzüglich der abgeworfenen Haut betrug bei einem Weibchen also 0,000006 g oder rund 16,1% seines Gewichts nach der Geburt. Die Gewichtsabnahme nach vier Häutungen oder der Reservestoffverbrauch, bis zur vierten Häutung zuzüglich der vier abgeworfenen Häute machte 0,000014 oder rund 36% des Gewichtes eines eben geborenen Weibchens aus. Danach wäre der Energieverbrauch vor der ersten Häutung ein bedeutend größerer, als bei den anderen Häutungsabschnitten. Vielleicht ist das darauf zurückzuführen, daß die Weibchen vor der ersten Häutung längere Zeit umherlaufen, um sich einen geeigneten Platz zur Entwicklung zu suchen, während sie dann im Wesentlichen auf dem gleichen Platz sitzen bleiben. Auch bei gewöhnlichen Jungläusen der Blut- und Reblaus ist der Energieverbrauch vor der ersten Häutung größer als bei den späteren Häutungen, hängt hier aber sicher in der Hauptsache von der Suche nach einem geeigneten Platz zum Ansaugen bezw. der Gallbildung der Blattrebläuse ab.

Eine Größenzunahme der Weibchen im Laufe ihrer Entwicklung, von der Lignières spricht, kann schon wegen der gefundenen Gewichtsabnahme nicht vor sich gehen. Marchal fand denn auch beim Vergleich der vier abgeworfenen Häute eines Weibchens keinen nennenswerten Größenunterschied. Beim Wachstum des Wintereies und bei der Durchführung der Häutungen handelt es sich um einen normalen Reservestoffverbrauch bezw. um eine Stoffumwandlung wie sie ähnlich in jeder Schmetterlingspuppe vor sich geht, wobei die Luft natürlich eine gewisse Rolle spielt. Eine Umwandlung von Bestandteilen der Luft im Körper der Laus wie sie Marchal zur Erklärung der sich gleichbleibenden Größe der Sexuellen in Anlehnung an ähnliche Vorgänge bei der Pflanze anzunehmen geneigt scheint, kommt hierbei nicht in Frage und ist physiologisch auch schwer denkbar.

d) Kopulation.

Über die Kopulation habe ich in der Blutlausliteratur keine Notizen gefunden. Es seien deshalb hier einige Beobachtungen darüber mitgeteilt. Daß die Männchen gleich nach der Reifehäutung kopulationslustig auf der Suche nach Weibchen umherlaufen, wurde schon öfter erwähnt und von anderer Seite beobachtet. Bemerkenswert ist, daß sie normalerweise ein schon begattetes Weibchen von einem unbegatteten scharf unterscheiden können und das erstere unbeachtet lassen. Ich setzte ein frisches Männchen zu zwei vor einigen Stunden begatteten Weibchen, ohne daß es die

geringste Notiz von ihnen nahm, und auch auf oder zwischen sie gesetzt, sie sofort verließ. Dasselbe Männchen wurde unmittelbar im Anschluß daran zu einem unbegatteten Weibchen gesetzt, und begann hier ohne Zögern zu kopulieren. Ein gewisses Wahlvermögen scheinen die Männchen auch mehreren unbegatteten Weibchen gegenüber zu besitzen. Anders ist es schwer zu erklären, daß ein friches Männchen, zu 23 unbegatteten Weibchen gebracht, nicht gleich das erste beste Weibchen zum Kopulationspartner nahm, sondern erst zwischen den Weibchen umherlief, sie mit den Fühlern betastend sogar überkletterte und endlich nach längerem Suchen mit dem ihm am meisten zusagenden Weibchen die Kopula begann. Die Männchen begatten, was ja auch Marchal bestätigt, in der Regel mehrere Weibchen. Sicher beobachtete ich einige Männchen, die einige Stunden bezw. einen Tag nach der ersten Kopulation mit frischen Weibchen zum zweitenmal kopulierten. Einige Tage ältere Männchen schreiten ebenso gerne zur Kopulation wie junge. Meist verlassen die Männchen unmittelbar nach dem Kopulationsakt das Weibchen, oft beginnt das Weibchen aber auch mit dem Männchen auf dem Rücken umherzulaufen, bis es das Männchen losgeworden ist. Zuweilen führt das Weibchen regelrecht abschüttelnde Bewegungen aus, um sich des Männchens zu entledigen. Die Dauer der Kopulation ist recht verschieden. Meist dehnt sie sich eine halbe Stunde aus, manchmal aber auch nur 5, 10 oder 15 Minuten. Wenn Thiele von einer Kopulationsdauer von 24 oder 48 Stunden Dauer berichtet, so beruht das gewiß auf einem Irrtum, ebenso wohl auch die Mitteilung Bakers über eine Kopulation von 2 Stunden bis zu 2 Tagen.

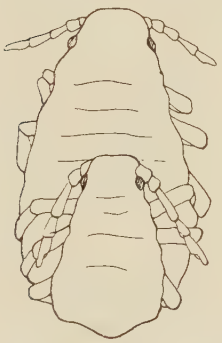


Abb. 9.
Blutlaussexuelle in Kopula.
(Vergr. 65×.)

Die Begattung selbst verläuft in der folgenden Weise. Das Männchen besteigt das Weibchen von der Seite, meist nach vorausgehendem Betasten mit den Fühlern, und stellt sich dann in die Längsrichtung des Weibchens, um darauf sein Körperende mit dem etwas nach unten hervorragenden Begattungsapparat unter den seitlichen Körperrand des Weibchens zu schieben. Diesen abtastend bewegt es sich rückwärts, bis die Geschlechtsöffnung des Weibchens gefunden ist. Während des Aktes verhält sich das Weibchen völlig unbeweglich. Das Männchen bewegt ab und zu rhythmisch das Abdomen auf und ab. Sonst zeigen nur seine Fühler, die ziemlich eng nach hinten an den Körper angelegt gehalten werden, leise zuckende Bewegungen. Die ersten beiden Beinpaare des Männchens klammern sich um die letzten Abdominalsegmente des Weibchens, und zwar so fest, daß die dazwischen liegende Haut des Weibchens hervorquillt, während das letzte Beinpaar hinten unter das weibliche Abdomen geschoben wird. Da das Männchen schon an sich vom Weibchen un-

gefähr um ein Drittel an Körperlänge übertroffen wird, so nimmt bei der Begattung das Männchen nur knapp die hintere Hälfte des Weibchens ein (Abb. 9). Wenn die Männchen in einer Versuchsschale die Weibchen bei weitem an Zahl übertrafen, kam es im Begattungsdrang auch vor, daß auf einem Weibchen mehrere Männchen zu gleicher Zeit zu kopulieren versuchten. Manchmal war das Weibchen unter dem Knäuel der 4—5 Bewerber völlig verschwunden. Ebenso sah man hitzige Männchen dann auf toten Weibchen oder auf solchen vor der letzten Häutung, wie auch auf begatteten Weibchen, die schon mit der Eiablage begonnen hatten, die Kopulation versuchen.

e) Eiablage.

Die Eiablage geht in verschiedenen Zeiträumen nach der stattgefundenen Kopulation vor sich. In der Regel lag ein Tag zwischen Kopulation und Eiablage, doch kam es in meinen Zuchten auch vor, daß das Ei schon drei Stunden in einem Fall, und 12 Stunden in einem anderen Fall nach der Kopulation abgelegt wurde. Andererseits wurde auch eine Eiablage nach 2 Tagen und in einem anderen Fall sogar nach 4 Tagen festgestellt. Der Akt der Eiablage selbst dauert ungefähr eine halbe Stunde. Nicht begattete Weibchen gehen meist ohne Ablage des Eies zugrunde, doch wird manchmal auch das Ei ohne Befruchtung abgelegt. Die nicht befruchteten Eier sehen oft rot aus und schrumpfen schon sehr bald. Die Eier wurden in den Glasschalen ohne weiteres auf dem Papier abgelegt. Bei Infektionsversuchen an Ulmus americana fanden sie sich auch auf Ulmenblättern und in großer Zahl am Schutzbeutel, eine Beobachtung, die auch Marchal machte. Die Weibchen, die das Ei ja weniger aus ihrem Körper herauspressen, sondern ihre Haut vom Ei herunterziehen, wie man einen Handschuh von der Hand streift, bleiben sehr zusammengeschrumpft eine Weile bei dem Ei sitzen, laufen dann aber auch umher und leben so noch ein- bis zwei, im äußersten Fall sogar drei Tage. Die normal befruchteten Eier begannen im Laboratorium meist nach 4—6 Tagen der Länge nach Einsenkungen zu zeigen, woran ihr Tod leicht zu erkennen ist. Bei manchen trat der Tod früher ein, bei einigen aber auch erst nach 14 Tagen. Im Freiland hatten die Eier eine größere Lebensdauer. So hielten sich Eier vom 2. November bis zum 8. Dezember bei einer Durchschnittstagestemperatur von + 4,2° in einem Glasschälchen. Ein anderes Ei, das mit einer Seite an der Wand des Schälchens klebte, blieb sogar bis Anfang März nächsten Jahres prall, hatte aber schon im Dezember eine sattrote Färbung angenommen, so daß nicht angenommen werden kann, daß es tatsächlich im Frühjahr noch lebte.

f) Entwicklung der Sexuellen und Temperatur.

Die Entwicklung der Männchen und Weibchen wurde vor allem deshalb eingehend verfolgt, um die Frage zu klären, ob auch bei verhältnismäßig ungünstigen äußeren Bedingungen, wie sie in einem Teil des Zeit-

abschnittes draußen zu herrschen pflegen, in dem bei uns die Sexuellen geboren werden, eine volle Entwicklung der Geschlechtstiere stattfinden kann. Da eine Beobachtung bei wechselnder Feuchtigkeit leider nicht möglich war, wurden nur verschiedene Serien von Sexuellen unter der Einwirkung verschiedener Temperaturen beobachtet. Die Versuchstiere in den einzelnen Serien waren in jedem Fall von Geflügelten unter den Bedingungen geboren, unter denen die betreffende Serie beobachtet wurde. Die Einwirkung des Überganges von einer höheren in eine tiefere Temperatur und umgekehrt wurde also vermieden.

Zur Beobachtung kamen im ganzen vier Versuchsreihen von jeweils 30—50 Männchen und ebensovielen Weibchen. Nur Reihe 1 macht davon eine Ausnahme, da sie sämtliche Geschlechtstiere, nämlich 3 Männchen und 14 Weibchen umfaßt, die von 85 Geflügelten in dem schon oben erwähnten mit Eis gekühlten Aurophangefäß geboren wurden. Das Gefäß war mit einem Korken geschlossen, der nur für das Thermometer eine Bohrung aufwies. Die Temperatur, deren Durchschnitt 5,8° betrug, war nicht konstant, schwankte aber bedeutend weniger als im Freiland. Unter diesen Bedingungen, wozu der dauernde Lichtmangel erschwerend hinzutrat, brachte es keines der Männchen zu einer Häutung. Zwei gingen schon am 2. Tag ein, während das 3. immerhin bis zum 12. Tage lebte. Von den Weibchen, deren Lebensdauer länger war als die der Männchen, gelang es wenigstens dreien, sich einmal zu häuten. Wenn auch ein Viertel der Tiere schon am 2. und 3. Tage starb, so lebte die Hälfte doch über 8 Tage, und 5 Weibchen brachten es sogar teils auf eine Lebensdauer von 19, 21, 28 und 30 Tagen.

Reihe 2 wurde im Laufe des Oktober 1928 im Freiland beobachtet. Bei der Berechnung der Durchschnittstemperatur aller Versuchstage ergibt sich eine nicht viel höhere Temperatur als im Aurophangefäß, doch waren die Temperaturschwankungen an den einzelnen Tagen viel größer. So hatte das Minimum an einer Reihe von Tagen Werte von einigen Graden unter Null, während an den gleichen Tagen das Maximum + 17° bis + 21° betrug. In der ganzen Beobachtungszeit war die tiefste Temperatur — 7° und die höchste + 26°. Außerdem waren die Schälchen mit den Versuchstieren dem Licht ausgesetzt, so daß wesentlich andere Umstände für diese Reihe ausschlaggebend waren, wie für Reihe 1. Unter diesen Bedingungen gingen die Häutungen in den folgenden Zeiträumen vor sich. Der früheste Zeitpunkt für die erste Häutung der Männchen war der vierte Tag nach der Geburt, der späteste Zeitpunkt der elfte Tag. Die Hauptzahl (55%) häutete sich am 6. Tag. Bei der zweiten Häutung liegen die extremen Werte beim 9. und 14. Tag, und zwar erfolgte sie bei der Mehrzahl, nämlich 60,0% schon am 9. Tag. Die dritte Häutung zog sich ziemlich gleichmäßig vom 16. bis 22. Tag hin, mit einem Überwiegen der sich am 17. Tag zum 3. Male häutenden Männchen. Die erste Häutung der Weibchen erstreckte sich vom 4. bis zum 7. Lebenstag, und zwar er-

folgte sie bei 50% am 5. Tag. Die zweite Häutung begann am 7. und endete am 11. Tag mit der Hauptzahl am 8. und 9. Tag. Die dritte Häutung dehnte sich vom 14. bis zum 21. Tag aus, doch erfolgten die meisten Häutungen am 15. Tag. Die vierte Häutung der noch Überlebenden verteilte sich gleichmäßig auf den 19., 20. und 24. Tag. Acht Männchen erreichten eine Lebensdauer von über 20, eins sogar von 29 Tagen. Von den Weibchen lebten dagegen nur 4 über 20, von ihnen eins 30 Tage.

In Reihe 3 wurden Nachkommen von Geflügelten aus Italien im Laboratorium bei nur wenig schwankender Temperatur und einem Temperaturdurchschnitt von 19,2° C beobachtet. Die meisten Männchen, und zwar 61% häuteten sich in dieser Reihe schon am 2. Tag. Ein weiterer großer Teil (33%) am 3. und der Rest am 4. Tag. Die zweite Häutung dauerte vom 4. bis zum 5. Tag und erfolgte zu 88,9% am 4. Tag. Die dritte Häutung erstreckte sich auf den 6. und 7. Tag, wobei 75% auf den 7. Tag entfielen. Bei den Weibchen drängen sich die 1. Häutungen auch in der Hauptsache am 2. Tag (55,6%) und am 3. Tag (25,9%) zusammen. Der Rest verteilt sich auf den 4. und 5. Tag. Die zweite Häutung fand zu 31,6% am 3. und zu 68,4% am 4. Tag statt, während die dritte Häutung zu 93,3% auf den 5. Tag fiel. Die vierte Häutung erstreckte sich vom 7. bis zum 9. Tag mit der Mehrzahl der Fälle (64,3%) am 8. Tag. In dieser Reihe überlebten nur 6 Männchen den 6. Tag, von denen eins den 11. Tag erreichte, während 13 Weibchen über 6, 9 über 10 Tage alt wurden und 2 sogar den 15. Tag erreichten.

Reihe 4 endlich wurde im Thermostaten bei konstanter Temperatur von 24°C, allerdings ohne Licht, beobachtet. Die einzelnen Häutungen erstreckten sich bei der gleichmäßigen Temperatur immer nur über wenige Tage. Bei den Männchen häuteten sich 69% am 2. und der Rest am 3. Tag zum 1. Mal. Die zweite Häutung ging zu 54,5% am 3. und zu 45,5% am 4. Tag vor sich, während je die Hälfte der Tiere sich am 5. und 6. Tag zum 3. Male häutete. Bei den Weibchen verlief die Entwicklung ähnlich. 84% häuteten sich am 2. Tag zum 1. Male. Der Rest folgte am 3. Tag. Die zweite Häutung erfolgte zu 66,7% am 3. und zu 33,3% am 4. Tag. Die dritte Häutung nahm den 4. und 5. Tag in Anspruch, wobei auf den 5. Tag 82% der Häutungen entfielen. Nur die vierte Häutung dehnte sich über 4 Tage, nämlich vom 6. bis zum 9. Tag aus und zwar häuteten sich je 16,7% am 6. und 8. und je 33.3% am 7. und 9. Tag. Über 5 Tage alt wurden im ganzen 17 Männchen, von denen 8 den 10. Tag überlebten, aber sämtlich bis zum 12. Tag starben. Von den Weibchen wurden 11 über 5 und 8 über 10 Tage alt. Alle gingen aber bis zum 14. Tag ein.

Ein Vergleich der Reihen 2, 3 und 4, die, wie schon oben gesagt, unter der Einwirkung einer Temperatur von 9°, 19° und 24° C standen, zeigt zunächst, daß bei abnehmender Wärme sich die Entwicklung der Sexuellen verlangsamt, bei zunehmender aber beschleunigt. Die Versuchs-

temperatur von Reihe 1 lag schon unter dem Minimum, das eine Entwicklung gerade noch gestattete. In den Abb. 10 und 11, die den Häutungsverlauf darstellen, wurde Reihe 1 daher übergangen. Es sei nur erwähnt, daß die Ersthäutungen, zu denen es überhaupt nur 3 Weibchen brachten, hier am 8., 11. und 13. Tag erfolgten. Während die Häutungskurven bei 9° der stark schwankenden Freilandtemperatur wegen immer mehrgipflig und zum Teil sogar auseinandergerissen sind, bieten die bei 19° uud 24° mit einer Ausnahme das Bild eingipfliger Kurven, die sich nur über sehr

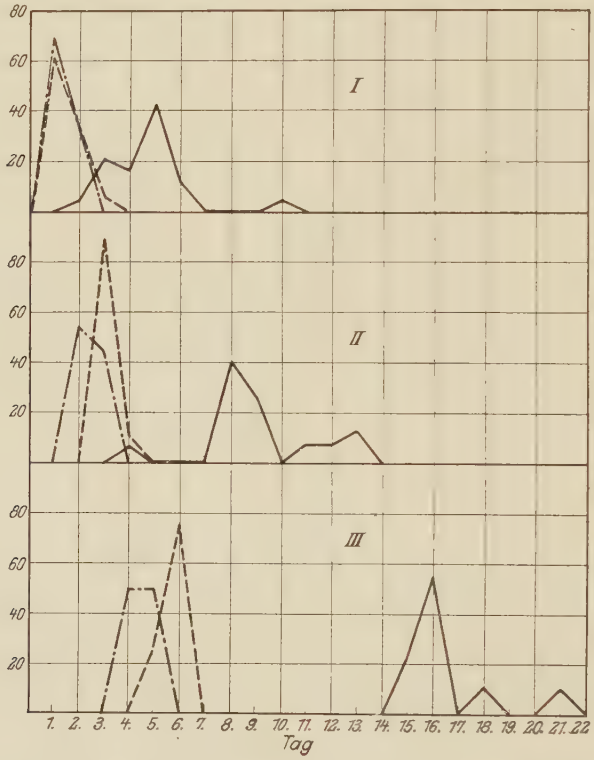


Abb. 10. Häutung der Männchen und Temperatur. I. = erste, II. = zweite, III. = dritte Häutung. ——— Freiland (9,1°), — — — Laboratorium (19,2°), — . — . — Thermostat (24°).

wenige Tage erstrecken. Die Kurven der ersten beiden Häutungen überschneiden sich bei ♂ und ♀ in allen drei Fällen noch ein wenig, bei den nächsten Häutungen dagegen rücken die Kurven bei 19° und 24° einerseits und die bei 9° andererseits immer mehr auseinander. Entsprechend dem geringen Wärmeunterschied unterscheiden sich die Kurven bei 19° und 24° nur wenig voneinander, zum Teil fallen sie sogar mehr oder minder zusammen.

Umgekehrt wie die Häutungszeiten verhalten sich in den verschiedenen Reihen die Werte für das Durchschnittsalter, das die Sexuellen erreichten. Am längsten lebten die Weibchen, die bei ziemlich konstanter Temperatur

(5,8°) im Aurophangefäß beobachtet wurden und im Durchschnitt eine Lebensdauer von 12 Tagen, im extremen Fall aber von 30 Tagen erreichten. Demgegenüber verkürzte sich die Lebensdauer der Weibchen im Freiland bei stark schwankenden Temperaturen und bei einer Durchschnittswärme

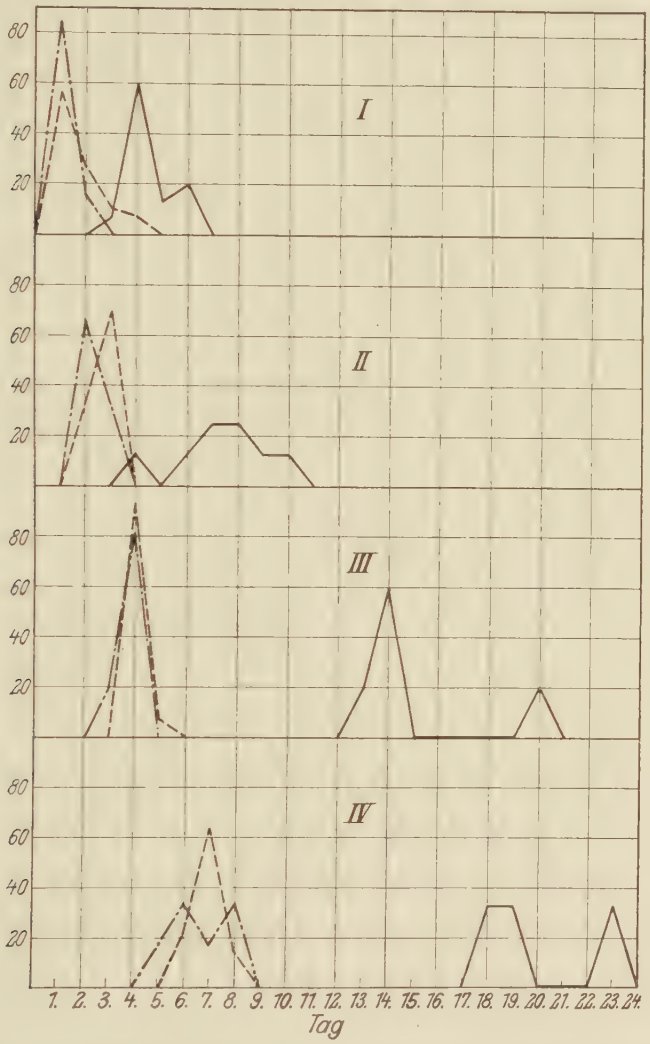


Abb. 11. Häutung der Weibchen und Temperatur. IV. = vierte Häutung. (Weitere Erklärung siehe Abb. 10.)

von rund 9° um 5 Tage, so daß sich ein Durchschnittsalter von 7 Tagen ergab. Noch kleiner wurde der Wert mit 6 Tagen bei 19° im Laboratorium und am kleinsten mit 5 Tagen bei 24° im Thermostaten. Die extremen Werte waren in den 3 letztgenannten Fällen 29, 14 und 13 Tage. Nicht ganz so verhält sich das Lebensalter der Männchen. Die Reihe 1 kommt zum Vergleich hier nicht in Frage. Bei Reihe 2 lebten die

Männchen im Mittel 11 Tage, bei der 3. Reihe 5 Tage und bei Reihe 4 wieder 6 Tage, während im äußersten Fall einzelne Tiere 28, 10 und 11 Tage lebten. Zusammenfassend kann man also sagen, daß größere Wärme eine Entwicklungsförderung, aber eine Lebensverkürzung hervorruft, während geringere Wärmegrade zwar entwicklungsverzögernd, aber lebensverlängernd wirken. Das ergibt sich auch aus den Zahlen der 3mal gehäuteten Männchen bezw. 4mal gehäuteten Weibchen. Ich nenne da als Beispiel nur die Zahlen der Reihen 2 (9°) und 4 (24°), in denen 11,6% Männchen und 6,4% Weibchen, die sich voll entwickeln konnten, 51,6% Männchen und 22,6% Weibchen gegenüberstehen (Tab. 21). Die Lebensdauer der vollentwickelten Sexuellen war im Freiland bei den Männchen, die hier im Mittel 8 Tage lebten, länger als im Thermostaten, wo sie im Mittel nur 5 Tage betrug. Dagegen lebten die Weibchen unter beiden Bedingungen annähernd gleich lange, nämlich im Mittel 5,4 bezw. 6 Tage.

Der Einfluß der Temperatur auf die Sterblichkeit der Sexuellen während ihrer Entwicklung ist nicht deutlich, wie aus der folgenden Tabelle (Tab. 21) hervorgeht.

Tabelle 21.

Sterblichkeit der Sexuellen.

Zucht	Es starben vor der								Voll entwickelten sich	
	1. Häutung %		2. Häutung %		3. Häutung %		4. Häutung %		%	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Aurophangefäß 5,8° .	100	80	—	20	—	—	—	—	—	—
Freiland 9,1°	44,2	65,9	20,9	10,6	23,2	8,5	—	8,5	11,6	6,4
Laboratorium 19,2° . .	64,7	49,9	17,6	8,0	8,0	11,7	—	5,9	10,0	25,5
Thermostat 24° . . .	22,6	38,7	9,7	22,6	16,1	3,2	—	12,9	51,6	22,6

Mit ausschlaggebend für den glatten Verlauf der Häutungen ist gewiß die Luftfeuchtigkeit, die leider in den einzelnen Versuchen nicht ermittelt wurde. Immerhin steigt die Zahl der vollentwickelten Tiere im Ganzen, von Unregelmäßigkeiten abgesehen, mit der Temperatur, während die Sterblichkeitszahlen vor den einzelnen Häutungen eine umgekehrte Abhängigkeit deutlich bei der 1. und 2. Häutung der Männchen, sowie der ersten der Weibchen erkennen lassen.

Am Schluß dieses Abschnittes muß festgestellt werden, daß eine vollständige Entwicklung bei einem Teil der bei uns im Freien abgesetzten Sexuellen auch unter den ungünstigen Bedingungen, wie sie gegen Ende der Geflügeltenperiode zu herrschen pflegen, sehr wohl möglich ist, wenn auch der größere Teil eingeht. Ebenso ist eine Eiablage, wie schon oben erwähnt, im Freiland durchaus möglich, sodaß auch einem Schlüpfen der

Fundatrix im Freiland nichts im Wege steht, wenn die Eier fähig sind, bei uns den Winter ohne Schaden zu überdauern. Letzteres konnte aber bisher noch nicht festgestellt werden.

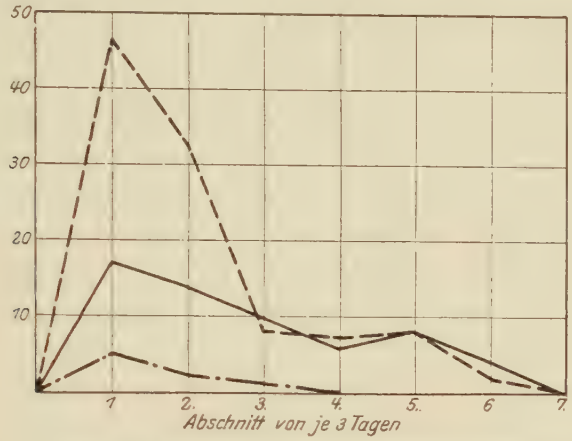


Abb. 12. Auftreten der Männchen, Weibchen und Intermediärformen in Zucht 8. (Dreitägiger Durchschnitt, auf 20 Geflügelte berechnet.) ——— Männchen, — — — Weibchen, —.—.— Indermediärformen.

g) Das zahlenmäßige Verhältnis der Geschlechter zueinander.

Bei der Durchführung der Untersuchungen über die Nachkommen der Geflügelten aus den weiter oben geschilderten Zuchten fiel das oft große Mißverhältnis zwischen den Zahlen der in den verschiedenen Zeit-

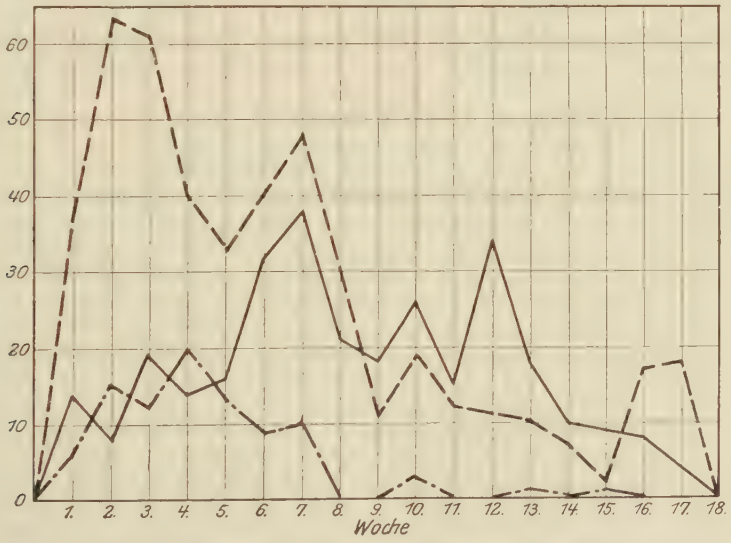


Abb. 13. Auftreten der Männchen, Weibchen und langrüsseligen Jungläuse in Zucht 11. (Tagesdurchschnittszahlen der einzelnen Wochenabschnitte auf 20 Geflügelte berechnet.) ——— Männchen, — — — Weibchen, —.—.— langberüsselte Jungläuse.

abschnitten der einzelnen Zuchten geborenen Männchen und Weibchen auf, ein Mißverhältnis, das nicht alle Zuchten in der gleichen Weise aufwiesen, sondern das in der mannigfaltigsten Art variierte. Die Erfahrung Marchals, daß die Männchen beträchtlich später als die Weibchen erscheinen und erst im Herbst diese an Zahl erreichen oder übertreffen kann, wie wir sehen werden, für die von mir geprüften Verhältnisse

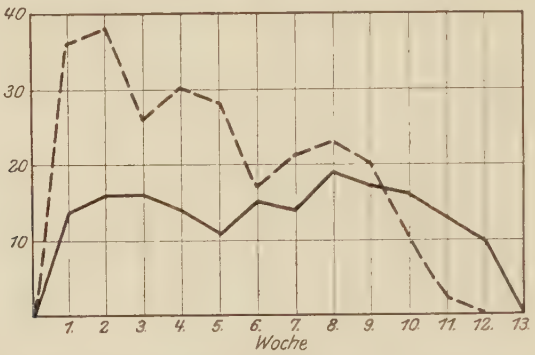


Abb. 14. Auftreten der Männchen und Weibchen in Zucht 10. (Erklärung wie bei Abb. 13.)

keinesfalls als Regel aufgestellt werden. Das wird besonders deutlich, wenn wir uns die graphischen Darstellungen der Zahlenverhältnisse ansehen, von denen ich vier verschiedene Typen hier wiedergebe. Vorausgeschickt sei, daß in diesem Punkte zwischen Freiland- und Gewächshausversuchen Unterschiede nicht feststellbar waren. In allen Zuchten treten Männchen und Weibchen zu gleicher Zeit auf und verschwinden

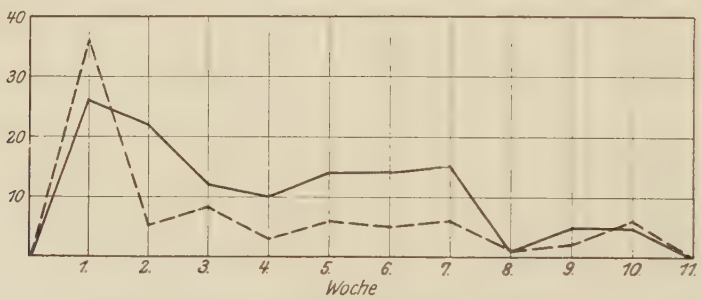


Abb. 15. Auftreten der Männchen und Weibchen in Zucht 5—6. (Erklärung wie bei Abb. 13.)

auch zu gleicher Zeit. Bei Zucht 8 (Abb. 12) überwiegen die Weibchen zunächst bedeutend, um dann an Zahl mit den Männchen annähernd übereinzustimmen. Anders ist das Bild der Zucht 11 (Abb. 13), wo zwar auch die Weibchen zunächst die Oberhand haben, dann aber von den Männchen an Zahl fast bis zum Schluß übertroffen werden. In Zucht 10 (Abb. 14) verläuft die Männchenkurve fast ständig unter der Kurve der Weibchen, wenn die Unterschiede zwischen beiden auch nur zunächst größer sind. Ganz entgegengesetzt wie die bisher genannten verhält sich

Zucht 5—6 (Abb. 15), in der die Männchen zum größten Teil überwiegen und nur ganz zu Anfang und zum Schluß von den Weibchen unwesentlich überholt werden. Die hier nicht wiedergegebenen Kurven stimmen entweder mit den abgebildeten im Wesentlichen überein, oder sie bilden zwischen den gezeigten Extremen alle möglichen Übergänge. Gründe für die angegebenen starken Schwankungen zwischen den Zahlen der Männchen und Weibchen sind nicht zu finden. Die Temperaturen in den einzelnen Versuchsabschnitten können jedenfalls nicht dafür verantwortlich gemacht werden, es können nur Umweltbedingungen zur Erklärung herangezogen werden, die zur Zeit der Determination der Embryonen in den Nymphen geherrscht haben, aber im einzelnen nicht analysiert worden sind.

b) Beobachtungen an Intermediären.

Die biologischen Beobachtungen an Intermediären von Schneider-Orelli und Leuzinger werden durch meine Feststellungen bestätigt. In meinen Zuchten kam es ebenfalls nie vor, daß eine Intermediäre sich auch nur einmal häutete. In kleinen Gläschen isoliert, erreichte im Laboratorium nur ein Exemplar das Alter von 10 Tagen. Die ersten Intermediären starben schon am 2. Tage und die Mehrzahl am 5.—8. Tag. Übertragungsversuche an junge, stark befallene Apfelbäumchen im Laboratorium wie im Treibhaus mißglückten, obgleich den Tierchen sowohl diesjährige Triebe, wie vorjähriges Holz und auch Zweige mit frischen Gallen zum Ansaugen geboten wurden. Intermediäre die an einen jungen Trieb eines im Treibhaus stehenden Apfelbäumchens der von einem oben mit Gaze und unten mit Watte verschlossenen Glaszylinder umhüllt war, gesetzt waren, saßen einige Tage scheinbar saugend am gleichen Fleck und hielten sich 11 Tage daran am Leben. Wachs- oder Kotausscheidungen wurden jedoch nie beobachtet.

7. Infektionsversuche.

Infektionsversuche mit sexuparen Geflügelten und ihren Nachkommen an amerikanischen Ulmen wurden von mir in der verschiedensten Art in den Jahren 1925—1928 ausgeführt und zwar sowohl an Ulmen, die in einem ungeheizten Glashaus standen als auch an getopften Ulmen im Laboratorium und Freiland. In den ersten Jahren wurden die Infektionen so ausgeführt, daß in Zwischenräumen im Ganzen einige tausend Geflügelte in die Gazebeutel, mit denen die Ulmen ganz eingehüllt waren, gesetzt wurden. Es erfolgte immer die Ablage von zahlreichen Eiern, die jedoch in der Mehrzahl am Beutel und an den Blättern abgelegt wurden. Nur selten fanden sich Eier an der Ulme selbst. Eier, die mit dem Gazestückchen, auf das sie abgelegt waren, aus dem Beutel herausgeschnitten und mit Nadeln so nahe als möglich an dem Stamm der Ulme befestigt wurden, schrumpften nach nicht allzulanger Zeit. Ebenso erging es Eiern,

die in Zuchtschalen abgelegt waren und vorsichtig in einem dünnen Wattebband um den Stamm herumgelegt wurden. Sie schrumpften nach spätestens 18 Tagen. Es fehlt den nicht in Ritzen der Rinde abgelegten Eiern vermutlich die unmittelbar am Stamm in den kleinen Spalten konstantere und größere Feuchtigkeit oder ein anderer schwer zu ermittelnder Faktor. Deshalb wurden die Infektionsversuche im Jahr 1927 und auch im Herbst 1928 wie folgt ausgeführt. In Petrischalen verschiedener Größe wurde eine dem Boden angepaßte Scheibe dicken weißen Löschpapiers hineingepreßt, sodaß sie beim Umdrehen der Schale nicht herausfiel, aber an den Seiten kleine Zwischenräume freiließ und auch nicht ganz dicht am Boden auflag. In diese Schalen wurden bis zu 150 sexupare Geflügelte gesetzt. Die Nachkommen der Insassen fanden bald die Zwischenräume zwischen Glaswand und Papier und wanderten in den Raum zwischen Papier und Boden, um am Papier zwischen den feinen Löschpapierfasern sitzend, ihre Entwicklung durchzumachen. Diese schon oben angeführte Einrichtung hat nur den Nachteil, daß ein Teil der Sexuellen, vor allem der Weibchen, nach einer Häutung mit der noch feuchten jungen Haut am Glas kleben bleibt und eingeht, wenn ihm eine Befreiung nicht mehr gelingt. Dem Übelstand kann dadurch abgeholfen werden, daß über die Bodenpapierschicht, die dann möglichst ohne seitliche Zwischenräume in die Schale hineingedrückt wird, noch eine zweite Löschpapierschicht aufgelegt wird, die möglichst genau paßt, aber am Rand schmale Einschnitte hat, um wohl den Sexuellen den Durchgang zu gewähren, die Geflügelten aber daran zu verhindern. Diese bessere Art macht nur die Einsicht in die Zucht schwieriger, während die ersteren Schalen nur umgedreht zu zu werden brauchen, um über den Entwicklungszustand der Sexuellen unter dem Binokular bald im Bilde zu sein. Sobald die meisten der Weibchen in Kopula gefunden wurden, wurden sämtliche Weibchen und ein Teil der Männchen einen oder 2 Tage später mit feinem Pinsel oder der angefeuchteten Präpariernadel aus den Schalen entfernt und auf gebeutelte, getopfte amerikanische Ulmen übertragen, die bereits eine dicke, tief gespaltene Rinde aufwiesen. Auf diese Art wurden 1927 zwei Ulmen mit 90 bezw. 30 Weibchen besetzt. Jedoch verlief auch dieser Versuch erfolglos, vielleicht deshalb, weil die Ulmen Temperaturen unter 0 Grad erst nach Weihnachten ausgesetzt wurden. Im Herbst 1928 wurden ebenfalls 2 Ulmen, die getopft und gebeutelt waren, mit kopulierten Weibchen besetzt, und zwar die eine mit 130 und die andere mit 190 Weibchen. Die Ulmen wurden bis Anfang Januar im Freiland und dann in einem kalten Gewächshaus gehalten. Der Erfolg war ebenfalls völlig negativ.

Es ist weder Börner in seinen langjährigen Zuchten, noch Speyer und mir in den letzten Jahren gelungen, je Fundatrizen aus den in unseren Zuchten reichlich abgelegten Wintereiern zu erhalten. Dagegen berichtet schon Goethe über geschlüpfte Blutlauswintereier und ebenso

fanden später Schneider-Orelli und Leuzinger in ihren Zuchtgläsern junge Fundatrizen. In großem Maßstab ist allein Marchal die Aufzucht von Fundatrizen gelungen. Er bediente sich zu dem Zweck eines in seiner neuesten Arbeit näher beschriebenen Zuchtbehälters, der im Wesentlichen einen 10—12 cm langen Zylinder darstellt, dessen Böden 3 cm breite Korke bilden, die durch Drähte miteinander verbunden sind, während die Wand aus einem Gazeüberzug besteht, an dem innen der Länge nach mehrere (etwa 8) Holundermarkstreifen befestigt sind. In diese Zylinder wurden Geflügelte gesetzt, deren Nachkommen ihre Eier an den Markstreifen ablegten. Mit Hilfe dieser Vorrichtung bekam Marchal in den Jahren 1916 und 1917 Hunderte von Fundatrizen, mit denen er die verschiedensten Übertragungsversuche unter wechselnden Klima- und Vegetationsbedingungen an Ulmus americana und Apfel vornahm. Beispielsweise verwandte er für seine Infektionsversuche an amerikanischer Ulme 222 und an Apfel 171 Fundatrizen. Eine Ansiedlung der Fundatrizen gelang Marchal aber in keinem Fall, auch dann nicht, als er Fundatrizen, die aus frischem amerikanischem Blutlausmaterial stammten, zu seinen Versuchen benutzte. Der Fehlschlag der Versuche mit amerikanischem Material schaltet die naheliegende Erklärungsmöglichkeit für das Scheitern der Übertragung von europäischen Fundatrizen auf Ulmus americana aus, die in der Annahme besteht, die etwa 1400 Generationen hindurch erfolgte ausschließliche parthenogenetische Fortpflanzung der Blutlaus in Europa habe die sexuelle Generation in irgend einer Weise so geschwächt, daß die aus ihr hervorgehende Fundatrix zum Leben an der Ulme unfähig wurde. Abgesehen von den Fehlerquellen, die das Klima und der herrschende Vegetationszustand der Ulmen in sich bergen, wäre zu erwägen, was auch Schneider-Orelli und Leuzinger getan haben, ob die in Europa in botanischen Gärten und Sortimenten verfügbare Ulmus americana diese Art wirklich vorstellt. Börner trug diesem Umstand dadurch Rechnung, daß er für die Zweigstelle Naumburg schon vor längeren Jahren (1921) aus Nordamerika Originalsamen von Ulmus americana beschaffen und die Sämlinge zu Infektionszwecken heranziehen ließ. Heute verfügt die Zweigstelle über stärkere Exemplare von Ulmus americana, die bereits eine dickborkige Rinde aufweisen. Von diesem Material wurde auch an andere Stationen u. a. auch an Prof. Schneider-Orelli abgegeben. Marchal beschritt einen anderen Weg. Er ließ sich aus Nordamerika mehrere dort schon von der Ulmengeneration der Blutlaus befallen gewesene junge Exemplare von Ulmus americana schicken, um auf diese Weise festzustellen, ob die Fundatrix etwa nur bestimmte Rassen von Ulmus americana oder diese Ulme generell zu vergallen imstande ist. Die Ergebnisse diesbezüglicher Versuche Marchals liegen noch nicht vor. Die von Börner, Speyer und mir seit 1922 durchgeführten Infektionsversuche mit Blutlausgeflügelten sind an dem aus Nordamerika stammenden Material angestellt worden. Daß es sich tatsächlich um amerikanische

Ulmen handelt, geht daraus hervor, daß alle auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle stehenden einheimischen Ulmenarten von den bei uns vorkommenden Eriosoma-, Schizoneura- und Tetraneura-Arten befallen wurden, die amerikanischen Ulmen jedoch nicht, obwohl auch an ihnen Wintereier der Blattlausarten abgelegt waren und die jungen Fundatrizen beim Saugen beobachtet worden sind, ohne daß je Gallen gebildet worden wären. Auf die Annahme Börners, daß möglicherweise die amerikanische Blutlaus (elm leaf rosette aphis) nicht die echte Blutlaus des Apfels sondern *Eriosoma crataegi* Östl. sei, komme ich im Schlußabschnitt zurück.

Da in Europa bisher also weder experimentell noch spontan im Freiland oder Gewächshaus jemals die Ulmengeneration der Blutlaus zur Entwicklung kam, auch amerikanische Ulmen, nur in sehr geringer Zahl in europäischen Gärten vorkommen, hat die weitere Verfolgung dieser Frage wohl hohes wissenschaftliches aber geringes praktisches Interesse. Die Tausende von sexuparen Geflügelten, die in jedem Jahr in einem Teil der Blutlauskolonien entstehen, sind für unsere Verhältnisse höchstens von Nutzen, da sie den Befall mindern.

Mit langrüßligen Nachkommen von virginoparen bezw. virginosexuparen Geflügelten wurden Übertragungen mit gutem Erfolg an anfälligen Apfelbäumchen ausgeführt.

C. Morphologischer Teil.

1. Bemerkungen zur Untersuchungstechnik.

Die im folgenden beschriebenen morphologischen Untersuchungen wurden an altem und frischem Alkoholmaterial (78%) vorgenommen, das aus dem Alkohol meist direkt in 50 prozent. Milchsäure auf dem Objektträger übertragen und mit einem Deckglas bedeckt wurde. Nachdem diese einfachen Präparate ihren Zweck erfüllt hatten, wurden die Objekte oft nach gründlichem Wässern wieder in 78 prozent. Alkohol zurückgebracht. Es ergab sich, daß Untersuchungen der Fühler und Wachsporen an altem Material durch eingetretene Schrumpfung oder zu starke Aufhellung oft sehr erschwert oder unmöglich waren, dagegen erwiesen sich ganz frische Objekte, die einige Stunden in 78 prozent. Alkohol gelegen hatten und dann in 50 prozent. Milchsäure überführt wurden, dazu als ganz besonders geeignet. So war es mir trotz langen Suchens und bei Verwendung sehr zahlreicher Individuen nicht möglich, an Geflügelten, die lange im Alkohol gelegen hatten, Wachsporen zu finden, was mir an frischem Alkohol- Milchsäure-Material verhältnismäßig leicht gelang. Zu anatomischen Untersuchungen wurden die Läuse zunächst in Fixierungsflüssigkeit nach Gilson-Renner heiß fixiert, mit eintägigen Zwischenräumen die Alkoholreihe hinaufgeführt und nach Zwischenschaltung von Chloroformalkoholstufen eingebettet. Die Färbung geschah teils mit Heidenhainschem Eisenhämotoxylin, teils

mit Karmalaun unter teilweiser Gegenfärbung mit Eosin oder Pikrinsäure. Beide Färbemethoden gaben für die zu erreichende Zwecke brauchbare Präparate.

2. Die langrüßligen Nachkommen der Geflügelten und der ungeflügelten Virginoparen im Vergleich zueinander.

Im letzten Abschnitt des morphologischen Teils ihrer Arbeit kommen Schneider-Orelli und Leuzinger auf Untersuchungen Marchals zu sprechen, die Unterscheidungsmerkmale zwischen den langrüßligen Nachkommen der virginoparen bezw. virginosexuparen Geflügelten und der ungeflügelten virginoparen Blutläuse zum Gegenstand hatten. Marchal fand danach bei den erstgenannten Jungläusen an den Hinter- und oft auch den Mitteltarsen in der Regel gleich lange und geknöpfte Dorsalhaare, bei den letztgenannten dagegen fast immer ungleiche Dorsalhaare, d. h. das eine war hier lang und geknöpft und das andere kurz und nicht geknöpft. Schneider-Orelli und Leuzinger konnten Marchals Befunde nicht an ihrem Schweizer Material bestätigen und auch mir gelang es nicht, durchgreifende Unterschiede zwischen den stark variierenden Dorsalhaaren bei den beiden Gruppen langrüßliger Jungläuse zu finden. Auf Grund dieses negativen Entscheids kommen die Schweizer Forscher zu dem Schluß, daß eine morphologische Verschiedenheit der langrüßligen Jungen von geflügelten und ungeflügelten Blutläusen nicht bestehe.

Gelegentlich einer vergleichenden Prüfung der Fühler sämtlicher Typen von Blutlausjungen fielen mir nun Unterschiede sowohl in der Gesamtlänge der Fühler als auch in dem Verhältnis der einzelnen Fühlerglieder zueinander bei den langrüßligen Junglausgruppen auf, denen ich näher nachging. Leider hatte ich bei den Zuchtversuchen versäumt, langrüßlige Nachkommen von Geflügelten in größerer Zahl zu konservieren, so daß ich nur 18 Fühler messen konnte, die ich mit 20 Fühlern von ungeflügelten virginoparen Blutläusen bezüglich der Maße der 3 letzten Fühlerglieder (3, 4 und 5) verglich. Die prozentualen Längenanteile der einzelnen Fühlerglieder an der Gesamtfühlerlänge sind in der beigegebenen Tabelle 22 zusammengestellt. Wenn wir zunächst die Gesamtlängen der 3 Fühlerglieder vergleichen, sind zwar unverkennbar die Glieder bei den Geflügeltennachkommen in der Regel länger als die der gewöhnlichen langrüßligen Jungläuse. Im Durchschnitt ergibt sich für die ersteren eine Gesamtlänge von 0,190 mm und für die letzteren nur eine solche von 0,151 mm. Im ersten Fall liegen die Werte für die Gesamtlänge der 3 Fühlerglieder zwischen 0,167 mm und 0,215 mm, während sie im zweiten Fall zwischen 0,133 mm und 0,175 mm liegen. So augenfällig diese Unterschiede an sich auch schon sind, genügen sie natürlich noch nicht zu einer Unterscheidung der beiden Langrüßlertypen, da bedauerlicherweise die Be-

ziehungen zwischen Fühler- und Körperlänge nicht festgestellt wurden. Unabhängig davon sind aber die Längenverhältnisse der einzelnen Fühlerglieder untereinander, die sich zur Differenzierung der Typen als brauchbar erwiesen. Beim Vergleich der einzelnen Werte des dritten Gliedes fällt auf, daß in Tabelle 22a (Nachkommen der ungeflügelten Blutläuse) das 3. Glied annähernd so lang ist wie das 5. Glied oder das letztere mehr oder minder an Länge übertrifft. Nur zwei Fühler machen davon eine Ausnahme. Ganz anders sind die Verhältnisse in Tabelle 22 b. (Nachkommen der Geflügelten.) Hier ist zunächst in allen Fällen bis auf eine Ausnahme das 3. Glied kürzer als das 5. Glied. Sodann sind die Glieder 3 und 4 der einzelnen Fühler in der Mehrzahl gleich lang oder nur unwesentlich an Länge verschieden. Im letzten Fall sind beide Fühlerglieder für sich kürzer als das 5. Glied. In Durchschnittswerten sind die absoluten Fühlerlängen beider Typen einmal 0,066 mm (5.), 0,057 mm (4.), 0,067 mm (3.) für Tabelle a und 0,056 mm (5.), 0,047 mm (4.) und 0,048 mm (3.) für Tabelle b. Das 4. Glied gleich 1 gesetzt, verhalten sich also im ersten Fall die Fühlerglieder in der genannten Reihenfolge wie 1,16 : 1 : 1,18 und im letzten Fall wie 1,19 : 1 : 1,02. Bei Berechnung der prozentualen Anteile der einzelnen Gieder der Gesamtlänge der 3 Fühlerglieder ergeben sich folgende Mittelwerte für Tabelle a: 34,77 % (5.), 30,02 % (4.) und 35,14 % (3.) und für Tabelle b: 36,72 % (5.), 31,10 % (4.) und 32,10 % (3.). Daraus geht wie aus der angeführten Formel hervor, daß das 4. Glied in beiden Fällen annähernd den gleichen Anteil an der Gesamtlänge hat, während sich die Anteile der anderen Glieder deutlich voneinander absetzen (Abb. 16).

Um eindeutig festzustellen, ob die genannten Mittelwerte tatsächlich voneinander verschieden sind, führte ich für das 3. Fühlerglied unter Benutzung von Prozentwerten bei beiden Gruppen eine variationsstatistische Berechnung der Standardabweichungen, der mittleren Fehler sowie der wahrscheinlichen (= 3 fachen mittleren Fehler) durch und erhielt nach der Formel $M_1 - M_2 \pm 3 \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$, in der M_1 und M_2 die Mittelwerte der verglichenen Reihen und m_1 und m_2 die mittleren Fehler bedeuten, die Werte $35{,}14 - 32{,}10 \pm 3 \sqrt{0{,}255^2 + 0{,}244^2} = 3{,}04 \pm 1{,}059$. Da also die Differenz $M_1 - M_2$ größer ist als der 3 fache Fehler ($m_1^2 + m_2^2$) sind die für die dritten Fühlerglieder der beiden Langrüßlertypen gefundenen Mittelwerte sicher verschieden.

An Hand der angegebenen unterscheidenden Merkmale ist es also möglich, die langrüßlichen Nachkommen der Blutlausgeflügelten von denen der gewöhnlichen ungeflügelten Blutlausvirginoparen zu unterscheiden. Es ist zu erwarten, daß die Nachprüfung umfangreicheren Materials, wie es vielleicht spätere Zuchten ergeben, die oben geschilderten Befunde bestätigen.

Erwähnt sei noch, daß sich meine Messungen bei virginoparen Jungläusen, wenigstens was das Verhältnis der Gliederlängen untereinander betrifft, mit den Angaben von Baker (1915) fast ganz

Tabelle 22.

a			b		
Fühlerglied			Fühlerglied		
3.	4.	5.	3.	4.	5.
33,3	28,6	38,0	35,0	31,3	33,7
33,3	31,0	35,7	32,6	30,6	36,6
36,0	29,3	34,8	32,8	31,3	35,8
34,8	30,5	34,8	31,1	32,6	36,3
37,4	28,0	34,4	31,6	31,6	36,8
37,4	28,0	34,4	31,6	31,6	36,8
34,1	31,7	34,1	31,2	31,2	37,5
33,7	31,3	34,9	31,9	31,9	37,4
34,4	30,0	35,5	31,6	31,6	36,8
34,4	31,1	34,4	31,1	31,1	37,8
35,4	30,2	34,3	31,6	31,6	36,8
35,0	30,0	34,5	31,3	31,3	37,2
36,3	31,1	32,5	33,1	31,3	35,7
36,2	29,3	34,4	31,6	31,6	36,8
34,7	30,5	34,7	32,6	30,3	37,1
35,2	29,6	35,2	34,1	29,3	36,5
36,0	29,8	34,6	31,4	29,6	38,8
35,7	29,6	34,7	32,5	30,2	37,2
34,5	30,4	35,0			
35,0	30,4	34,5			

in Einklang befinden. Baker gibt als Längen für die Glieder 5 bis 3 des I. Stadiums der virginoparen Sommerjungläuse 0,045 mm, 0,036 mm und wieder 0,045 mm an. Die Maße entsprechen der Formel 1,25 : 1 : 1,25 oder den prozentualen Anteilen an der Gesamtlänge von 35,7 %, 28,6 % und 35,7 %. Andererseits ist, da nicht erwähnt wird, ob es sich bei den Bakerschen Angaben um Durchschnittswerte oder um einen Einzelfall handelt, nicht festzustellen, ob die hinter den Maßen der Tabelle a so stark zurückstehenden Fühlergliederlängen der amerikanischen Blutläuse auf ein zufällig sehr kleines Individuum zurückzuführen sind, oder bei ihnen die Regel darstellen. Baker gibt zwar als Gesamtlänge für eine Junglaus im I. Stadium 0,64 mm an, während die gleichen Jungläuse in meinem Material durchschnittlich 0,8 mm messen. Jedoch auch Exemplare, die nur 0,64 mm lang waren, unterscheiden sich bezüglich der Fühlerlängen kaum oder garnicht von ihren größeren Geschwistern. Möglicherweise besteht hier ein morphologischer Unterschied zwischen den amerikanischen und europäischen Blutläusen.

3. Die Sexuellen.

a) Das Männchen.

Über die Färbung der Männchen bestehen in der Literatur verschiedene Angaben. Während Patch sie als „pale yellow" = bleichgelb beschreibt, sind sie nach Baker rotbraun, zum Teil mit purpurnem Ton und gewöhnlich dunkler als das Weibchen („body reddish brown, sometimes with a purplish tinge, usually considerably darker than the viviparous female"). Dagegen fand ich die ebengeborenen Männchen von gelb-grünlicher Färbung, die im Laufe der Entwicklung in ein dunkles Olivengrün überging, während die Weibchen zunächst hell gelbrot aussehen und später mehr braun-rot werden. Ähnlich sah auch Marchal die

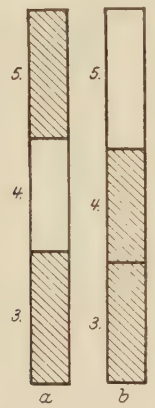


Abb. 16. Schema der Größenverhältnisse (prozentual) der drei letzten Fühlerglieder untereinander a) bei Fühlern von gewöhnlichen virginoparen Jungläusen, b) von langrüsseligen Nachkommen von Geflügelten. (Die schraffierten Glieder sind bei den einzelnen Fühlerschemata gleich lang.)

Abb. 17. Fühler eines Blutlausmännchens im 1. Stadium. (Vergr. 250×.)

Männchen, denn er nennt sie dunkelgrün („vert foncé). Daß die Männchen bedeutend kleiner sind als die Weibchen wurde schon im biologischen Teil erwähnt. Unter den Nachkommen fast ungewöhnlich großer Geflügelter maßen die Männchen im Durchschnitt 0,61 mm und die Weibchen 0,91 mm, während die extremen Längenmaße 0,65 mm für die Männchen und 0,96 mm für die Weibchen waren.

Da Baker sich in seiner in der Hauptsache morphologischen Arbeit über die Blutlaus bei der Behandlung der Sexuellen sehr kurz gefaßt hat und auch Marchal sich im wesentlichen auf Maßangaben der Fühlerglieder des I. und IV. Stadiums beschränkt, die mit meinen Messungen übereinstimmen, wird hier auf erwähnenswerte Einzelheiten im Bau des Männchens wie sie die Entwicklung der Fühler und des Begattungsapparats darstellen, eingegangen. Marchals Behauptung, die Spitzenborsten des 5. Fühlergliedes beim I. Stadium seien länger und stärker als

bei den anderen Stadien kann ich mich nicht anschließen. Messungen der beiden mittleren Spitzenborsten ergaben neben einer sehr starken Variabilität ihrer Länge eher das Gegenteil.

Bei Bakers Abbildungen der Fühler der Männchen und Weibchen sind grundlegende Unterschiede zwischen beiden nicht vorhanden. Nach den Maßangaben der Fühlerglieder im Text handelt es sich bei Zeichnungen wie Angaben um die ersten Stadien der Geschlechtstiere, die ins

Abb. 18. Fühler eines Blutlausmännchens im 4. Stadium. a) Ventrale Ansicht (Vergr. 250×); b) dorsale Ansicht der drei letzten Glieder. (Vergr. 405×.)

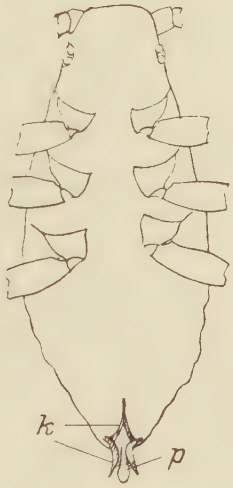


Abb. 19. Blutlausmännchen im 4. Stadium von unten gesehen. k) Klammerapparat, p) Penis. (Vergr. 103×.)

Auge springende Verschiedenheiten allerdings nicht aufweisen. Die Sachlage wird aber eine ganz andere, wenn man die Fühler in den einzelnen Entwicklungsstadien einer Prüfung unterzieht. Aus den beigefügten Abbildungen (Abb. 17 und 18a und b) sieht man, wie während der Entwicklung eine Änderung in der Form der einzelnen Glieder sowohl als auch in ihren Größenverhältnissen vor sich geht. Hier sollen uns nur die Fühler der Männchen beschäftigen. Die Glieder 1. und 2. können wir außer acht lassen, da sie in allen Stadien sich annähernd gleich bleiben. Setzen wir nun das 4. Glied in allen 4 Stadien gleich 1 und bringen dazu die Glieder 3. und 5. in Beziehung, dann verhalten sich diese in der Reihenfolge der Stadien wie 1,31 : 1,87 (I.),

1,35 : 1,84 (II.), 1,39 : 1,69 (III.) und 1,56 : 1,54 (IV.). Das heißt, daß das 5. Glied im Verhältnis zum 4. Glied im Laufe der Entwicklung abnimmt, während andererseits das 3. Glied zunimmt. Im 4. und letzten Stadium wird ein Gleichgewicht erreicht und zwar verhältnismäßig und auch absolut, wie wir weiter unten sehen werden. Rein zahlenmäßig erstreckt sich die Längenzunahme auf alle 3 letzten Glieder, wobei besonders die Zunahme des 3. Gliedes auffällt, das sich vom ersten bis zum letzten Stadium fast verdoppelt. Es steigt nämlich von 0,042 mm im ersten auf 0,075 mm im letzten Stadium gegenüber dem 5. Glied, das im gleichen Zeitraum nur um 0,014 mm wuchs, aber die gleiche absolute Länge wie das 3. Glied erreichte. Das Längenwachstum des Fühlerendes kommt natürlich auch bei dem Durchschnittswert für die Gesamtfühlerlänge zum Ausdruck, die von 0,208 mm auf 0,271 mm steigt.

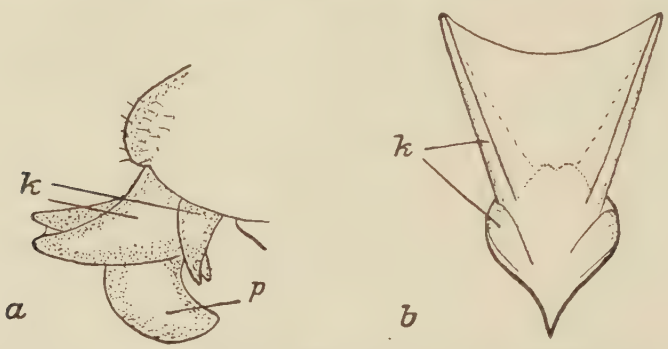


Abb. 20. Begattungsapparat der Blutlausmännchen nach Baker. (Bezeichnung wie 19. a) Seitenansicht, b) Ansicht von der Unterseite.

Mit dem Längenwachstum hält das Dickenwachstum der Fühler nicht nur nicht Schritt, es geht im Gegenteil sogar eine Abnahme der Dicke vor sich, so daß die Fühler von Stadium zu Stadium schlanker und zierlicher erscheinen. Die Gelenke der einzelnen Glieder, die in den einzelnen Entwicklungsstufen nur undeutlich seitlich voneinander abgesetzt sind, sind durch mehr oder minder starke Einschnürungen kenntlich. Messungen an der breitesten Stelle des 3. Gliedes, das wie schon betont, sich besonders stark verändert, zeigen die Dickenabnahme besonders gut. Bei ungehäuteten Männchen war das 3. Glied im Durchschnitt nämlich 0,028 mm breit, dagegen 0,027 nach der 1., 0,025 mm nach der 2. und 0,022 mm nach der 3. Häutung, sodaß sich (s. Abb. 17 und 18) eine Abnahme der Breiten von durchschnittlich 0,001 mm nach der 1., 0,003 mm nach der 2. und 0,006 mm nach der 3. Häutung ergab.

Die beiden großen Rhinarien am Grunde des Processus terminalis des 5. Gliedes und am Ende des 4. Gliedes, sowie die kleinen Nebenrhinarien unterhalb des erstgenannten Rhinariums machen keine grundlegende Veränderung durch. Wachsdrüsen fehlen dem Männchen ganz.

So augenfällig, wie die Veränderung der Fühler ist noch eine andere morphologische Änderung, die mit dem Männchen vor sich geht. Ich meine das Hervortreten des bisher nicht sichtbaren Begattungsapparates nach der 3. und letzten Häutung (Abb. 19). Bakers Angaben darüber sind ebenso ungenau und unvollständig wie seine Zeichnungen dazu, die ich in Copien zum Vergleich wiedergebe (Abb. 20a und b). Auch Marchal beschränkt sich auf eine Übersichtszeichnung und die Angabe, daß der Genitalapparat aus zwei Paar von einem stark chitinisierten Skelett unterstützten Klappen besteht, von denen das eine besser entwickelt ist und aus zwei in Form eines „V" divergierenden Teilen besteht. Schon bei schwacher Vergrößerung ist die Begattungsvorrichtung als zapfenförmiger Vorsprung an der Unterseite des Körperendes deutlich

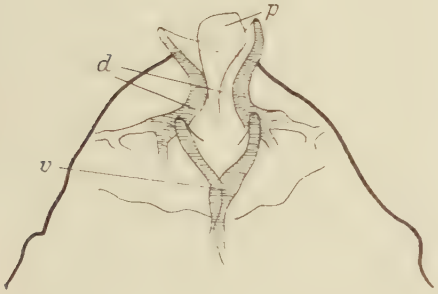


Abb. 21. Begattungsapparat von unten gesehen. d) dorsale Chitinspangen, v) ventrale Spange, p) Penis. Die schraffierten Teile sind stark chitinisiert. (Vergr. 310×.)

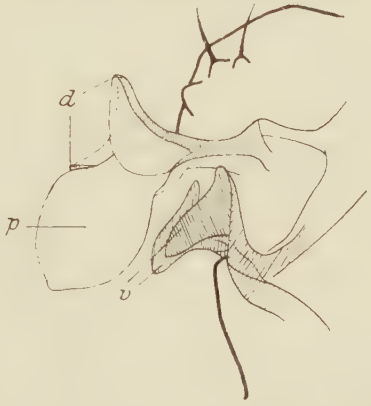


Abb. 22. Begattungsapparat in Seitenansicht. (Bezeichnung wie 21.) (Vergr. 405×.)

zu erkennen. Bei genauer Untersuchung bekommt man ein Bild, das von der Bakerschen Abbildung sehr stark abweicht, die anscheinend bei schwacher Vergrößerung angefertigt wurde. Betrachtet man den Begattungsapparat von unten und von der Seite (Abb. 21 und 22), dann erkennt man seine Zusammensetzung aus verschiedenen Chitinspangen, die zum großen Teil als Klammervorrichtung zu deuten sind. Die ventrale Spange teilt sich nach hinten gabelförmig in zwei Fortsätze, die von der Seite gesehen, schließlich in schräg nach unten gerichtete breit ansetzende und stumpf auslaufende Fläche enden. Der dorsale Teil der Vorrichtung besteht aus zwei von vornherein getrennten Chitinspangen, die sich in der Mitte einander nähern. Nach hinten weichen sie kelchförmig auseinander, sich zugleich auch nach oben biegend. Zwischen beiden Spangen spannt sich dorsal eine Haut. Seitlich besitzen sie einen halbmondförmigen schwächer chitinisierten, häutigen Anhang. Der ebenfalls häutige, weiche Penis, der in ausgestrecktem Zustand der Form nach wie eine Zitrone aussieht und wie diese meist auch in eine stumpfe

Spitze ausläuft, schiebt sich zwischen diesen Anhängen und der die Spangen verbindenden Haut hindurch, so daß die dorsalen Spangen wohl als halt- und richtunggebend für den Penis anzusehen sind, während sie im Zusammenwirken mit der ventralen Spange zum Anklammern an die weibliche Geschlechtsöffnung dienen. Bei manchen Individuen hatte es übrigens den Anschein, als sei die Oberfläche der zapfenartigen Vorsprünge der ventralen Spangen grob skulpturiert.

b) Das Weibchen.

Bei dem Weibchen vollziehen sich im Bau der Fühler ähnliche Veränderungen, nur nicht so tiefgreifende wie beim Männchen. Während die Fühler in den ersten Stadien wie erwähnt denen der Männchen sehr

Abb. 23. Fühler vom sexuellen Weibchen im 1. Stadium. Ventrale Ansicht. (Vergr. 310×.)

Abb. 24. Die drei letzten Fühlerglieder vom sexuellen Weibchen im 5. Stadium in ventraler Ansicht. (Vergr. 310×.)

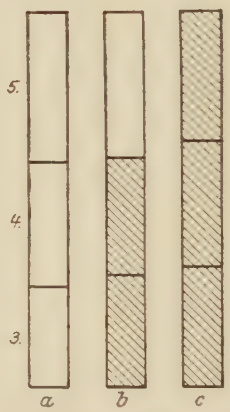


Abb. 25. Schema der Größenverhältnisse (prozentual) der drei letzten Fühlerglieder untereinander bei sexuellen Weibchen, a) des 1. u. 2., b) des 3. und 4. und c) des 5. Stadiums. (Die schraffierten Glieder sind bei den einzelnen Fühlerschemata angenähert gleich lang.)

ähneln, verliert sich diese Ähnlichkeit in den späteren Stadien mehr und mehr. Gemeinsam haben die Fühler beider Geschlechter nur die Eigenart, im Laufe der Entwicklung schlanker und zierlicher zu werden und in den Verhältnissen der Gliederlängen sich zu verändern (Abb. 23 und 24). Zwar ist die Verschiebung der Größenverhältnisse bei den Weibchen eine andere, aber auch hier nimmt das 3. Glied an Länge am meisten zu, allerdings auf Kosten der anderen Glieder, da sich die Gesamtlänge der Fühler nur unwesentlich ändert. Vergleichen wir die Durchschnittswerte der ersten 3. Fühlerglieder der fünf Entwicklungsstadien untereinander, so sehen wir, daß in den ersten beiden Stadien die Gliederlängen vom 3. zum 5. Glied zunehmen. Die Anteile an der Gesamtlänge

der 3 letzten Glieder betragen im ersten Fall nämlich 25,5 % (3.), 32,3 % (4.), 42,1 % (5.), und im zweiten Fall 28,2 % (3.), 33,1 % (4.), und 38,7 % (5.). In den nächsten beiden Stadien stehen die beiden annähernd gleichlangen 3. und 4. Glieder den längeren 5. Gliedern gegenüber. Hier betragen die prozentualen Anteile 29,3 % (3.), 30,9 % (4.) 39,8 % (5.) im 3. Stadium und 30,2 % (3.), 31,7 % (4.), 38,1 % (5.) im 4. Stadium. Im 5. und letzten Stadium endlich sind die 3 Glieder fast gleichlang, denn hier betragen die Anteile 31,8 % (3.), 33,3 % (4.) und 34,8 % (5.). Verdeutlicht werden die angeführten Veränderungen der Fühler durch die beigegebenen Schemata für die Stadien 1 und 2, 3 und 4 und endlich 5 (Abb. 25). Die von Baker angegebenen Maße für die letzten 3 Fühlerglieder entsprechen nach meinen Feststellungen einem Weibchen nach der 2. oder 3. Häutung. Die Spitzenborsten des fünften Fühlergliedes sind nach Marchals Angaben auch beim Weibchen des 1. Stadiums länger als bei den folgenden Stadien. Tatsächlich ergaben denn auch Messungen der mittleren Spitzenborsten bei Weibchen des 1. und 5. Stadiums eine im Mittel um ein Sechstel größere Länge der Borsten im 1. Fall, daneben aber eine noch viel größere Variabilität der Längen als bei den Männchen.

Bezüglich der Rhinarien tritt an den Fühlern ebensowenig eine Änderung ein, wie bei den Männchen. Die beiden großen Rhinarien und die beiden kleinen unterhalb des großen Rhinariums am 5. Glied sind am Fühler des I. Stadiums in nahezu der gleichen Ausbildung vorhanden wie beim letzten Stadium.

Wachsporen fehlen den Weibchen wie den Männchen ganz.

c) Die Intermediärform zwischen Weibchen und langrüßligen Jungläusen.

Wie Schneider-Orelli und Leuzinger schon feststellten und wie es auch aus meinen im biologischen Teil erwähnten Versuchen hervorgeht, kommt den eigenartigen Zwischenformen zwischen langrüßligen Jungläusen und Geschlechtsweibchen eine praktische Bedeutung nicht zu. Trotzdem ist ein etwas weiteres Eingehen auf die Morphologie dieser in einigen Zuchten immerhin nennenswert aufgetretenen Typen von Nachkommen der Geflügelten von großem Interesse. Ich verglich deshalb die mir zur Verfügung stehenden Intermediären sowohl mit den langrüßligen Jungläusen der geflügelten und ungeflügelten Virginoparen als auch mit den Geschlechtsweibchen, besonders hinsichtlich der Fühler, des Rüssels, der Tarsen, der Wachsporen und des Baues des Ovariums.

Was zunächst die Fühler der Intermediären anlangt, die die Schweizer Forscher weniger beachtet haben, so fand ich grundlegende Unterschiede zwischen ihnen und den Fühlern der Weibchen einerseits und denen der langrüßligen Jungläuse der ungeflügelten Virginoparen andererseits, Unterschiede, die einmal in den absoluten Gesamtlängen der hier zu betrachtenden 3 letzten Fühlerglieder und dann in den Verhältnissen der einzelnen Fühlerglieder untereinander ihren Ausdruck finden.

Einer durchschnittlichen Gesamtlänge der 3 Glieder von 0,146 mm bei den Intermediären steht eine solche von 0,190 mm bei den langrüßligen Jungläusen der gewöhnlichen Virginoparen und von 0,133 mm beim ersten Stadium der Geschlechtsweibchen gegenüber. Dieser Längenunterschied ist so durchgreifend, daß, mit einer einzigen Ausnahme, kein Fühler der von mir untersuchten Intermediären die niedrigsten Maße der gewöhnlichen langrüßligen Jungläuse erreicht und andererseits von keinem der weiblichen Fühler an Länge erreicht wird. Dagegen stimmen die Gesamtfühlermaße der Intermediären auffälligerweise weitgehend mit den Fühlermaßen der langrüßligen Nachkommen der Geflügelten überein, die im Durchschnitt 0,151 mm insgesamt lang werden. Beim Vergleich der prozentualen Anteile der Einzelglieder an der Gesamtlänge zeigt sich eine noch größere weitere Übereinstimmung mit den letztgenannten Jungläusen. Während nämlich bei den gewöhnlichen Jungläusen das 3. und 4. Fühlerglied im Durchschnitt mit 35,2 % und 34,7 % der Gesamtlänge nahezu die gleiche Länge haben, bei den Weibchen des 1. Stadiums die Länge der Glieder vom 3. Glied aufwärts stark zunimmt (3. 25,5 %, 4. 32,3 %, 5. 42,1 %) also alle Glieder an Länge untereinander verschieden sind, sind die 5. Glieder bei Intermediären und langrüßligen Geflügeltennachkommen länger als die anderen beiden unter sich gleichlangen Glieder. Außerdem stimmen bei beiden letztgenannten Formen die Längenverhältnisse des 5. Gliedes annähernd überein. Gemäß den vorstehend erläuterten Beziehungen unter den Fühlern der einzelnen Blutlausjungentypen nehmen die Intermediärformen eine ähnliche Zwischenstellung zwischen gewöhnlichen Jungläusen und Weibchen ein, wie die langrüßligen Nachkommen der virgino- bezw. virginosexuparen Geflügelten.

Besonders wichtig sind die Rückbildungen des Rüssels und der Stechborsten bei den Intermediären, da sich daraus in erster Linie für sie die Unmöglichkeit ergibt, überhaupt Nahrung aufzunehmen. Wir werden weiter unten sehen, daß der Kürze des Rüssels, wie Schneider-Orelli und Leuzinger in erster Linie anzunehmen scheinen, nicht die ausschlaggebende Bedeutung zukommt, wenn sie auch zunächst das am meisten Auffallende ist. Wenn die genannten Schweizer Forscher auch die, „von Geflügelten abstammenden Junglarven, bei denen nur eine relativ geringe Verkürzung der Unterlippe und Kieferborsten festzustellen ist, so daß die Rüsselspitze noch beinahe das Hinterende des Tieres erreicht", ohne weiteres den Intermediärformen zurechnen wollen, so halte ich das ohne genaue Untersuchung der Struktur des Rüssels für bedenklich, da bei der Mehrzahl der eben geborenen gewöhnlichen, langrüßligen Jungläuse der Rüssel nur eben das Hinterende der Tiere erreicht, oft aber kürzer ist und nur in wenigen Fällen darüber soweit hinausragt, wie es die Abb. 10 auf S. 67 der Schweizer Arbeit darstellt. Das ist erst dann immer der Fall, wenn die Jungläuse, ohne Nahrungsmöglichkeiten zu finden, einige Tage gehungert haben und eine leichte Schrumpfung des Abdomens

eingetreten ist. Ein etwas geschrumpftes Tier scheint, aus der Zeichnung zu schließen, auch der erwähnten Abbildung zugrunde gelegen zu haben. Wie ich durch Messungen der Rüssel (vom oberen Clypeusrand ab) und Körperlängen bei 10 wahllos aus meinem Material herausgegriffenen gewöhnlichen Jungläusen feststellte (Tab. 23) war nur in einem Fall der Rüssel länger als der Körper, in einem anderen Fall unwesentlich kürzer in allen anderen Fällen aber so viel kürzer, daß ein Überragen des Rüssels auch bei Abrechnen des Stückes vom distalen Clypeusrand bis zum Kopfrand unmöglich war. Im Durchschnitt betrug die Länge des Rüssels 0,712 mm gegenüber einer Durchschnittskörperlänge von 0,795 mm.

Tabelle 23.

Rüssellänge bei virginoparen Jungläusen.

Nr.	Rüssellänge (mm)	Körperlänge (mm)
1	0,632	0,768
2	0,640	0,810
3	0,680	0,760
4	0,712	0,664
5	0,712	0,800
6	0,720	0,800
7	0,736	0,760
8	0,752	0,824
9	0,768	0,877
10	0,784	0,888
Durchschnitt	0,712	0,795

Bei 23 in der angegebenen Weise gemessenen Intermediären verteilten sich die Rüssellängen ziemlich gleichmäßig auf die zwischen dem kleinsten Längenmaß von 0,120 mm und dem größten von 0,368 mm liegenden Werte. Die Bevorzugung irgend eines Mittelwertes konnte ebensowenig wie eine Abhängigkeit der Rüssellänge von der Körperlänge gefunden werden. Die letztere Beziehung besteht ja auch bei den gewöhnlichen Jungläusen nicht. 7 verchiedene Rüssellängen mit den zugehörigen Körperlängen gibt Tabelle 24 an.

Tabelle 24.

Rüssellänge bei Intermediärformen.

Nr.	Rüssellänge (mm)	Körperlänge (mm)
1.	0,120	0,720
2.	0,160	0,728
3.	0,192	0,792
4.	0,224	0,800
5.	0,272	0,784
6.	0,304	0,712
7.	0,368	0,768

Im Durchschnitt betrug die Körperlänge, das möge hier erwähnt sein, bei den Intermediären 0,733 mm, bei einem gefundenem Höchstwert von 0,824 mm und einem Tiefstwert von 0,712 mm.

Neben der Kürze der Rüssel ist der Hauptgrund für die mangelhafte Funktion der Mundwerkzeuge die in fast allen Fällen anormale Struktur der Rüssel selbst und oft auch das gänzliche Fehlen der Stechborsten, das bei rund 27 % der untersuchten Tiere festgestellt wurde. Um sich einen Einblick in die Art der Anomalien der Intermediärenrüssel zu verschaffen, vergleiche man die Abbildungen von 3 typischen derartigen Rüsseln (Abb. 26) und das normale Rüsselende einer gewöhnlichen Junglaus (Abb. 27). Wir sehen zunächst bei dem normalen Rüssel eine regel-

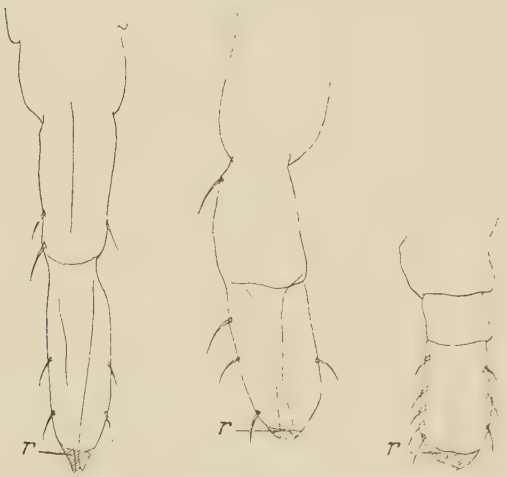


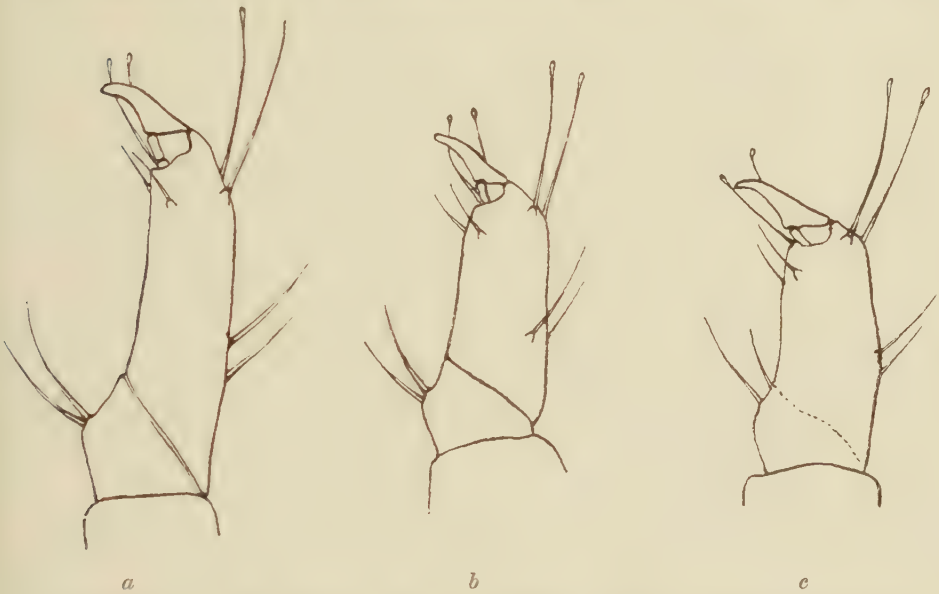
Abb. 26. Rüssel von Intermediärformen der Geschlechtsgeneration. r) Ringförmige, stärkere Chitinisierung. (Vergr. 250×.)

Abb. 27. Rüsselendglieder einer normalen virginoparen Junglaus. Bezeichnung wie 26. (Vergr. 250×.)

mäßige Beborstung und deutliche Gliederung, während die Borsten auf den Intermediärenrüsseln teils fehlen, teils sehr ungleichmäßig verteilt sind und die Gliederung meist fehlt, oder doch sehr undeutlich und verwischt zu erkennen ist. Die Glieder sind unsymmetrisch, oft verkürzt und erscheinen manchmal wie ineinandergeschoben. Während vor allem durch den normalen Rüssel eine Führungsrinne für die Stechborsten gebildet wird, die den Stechborsten ein Einbohren in die Pflanze überhaupt erst ermöglicht, ist diese Rinne beim Rüssel der Intermediären nur sehr rudimentär vorhanden und auch diese Rudimente beschränken sich fast nur auf das letzte Glied. Die ringförmige Chitinverstärkung am spitz zulaufenden normalen Rüsselende, die den sich einbohrenden Stechborsten einen besonderen Halt gewähren soll, ist bei den Intermediären zu einem unregelmäßigen, stark verschmälerten oder aber in die Breite gezogenen Gebilde geworden. Bei diesem anormalen Bau der Rüssel, der in der

geschilderten Art in stärkerer oder schwächerer Form bei allen untersuchten Intermediären auftrat, ist eine Ernährung der Tiere selbst bei vorhandenen, gut ausgebildeten Stechborsten und einem vorausgesetzten normalen Verdauungssystem eine völlige Unmöglichkeit.

Die Tarsen, über die auch einige Worte zu sagen sind, gleichen bei den Intermediären meist im äußeren Habitus denen der Weibchen, eine Tatsache, auf welche die Schweizer Forscher schon hinwiesen. Zwar sind sie etwas schlanker als diese, aber bedeutend plumper als die Tarsen der gewöhnlichen Jungläuse, bei denen auch die Klauen oft etwas schlanker erscheinen als bei den Intermediären und Weibchen (Abb. 28a—c). Die



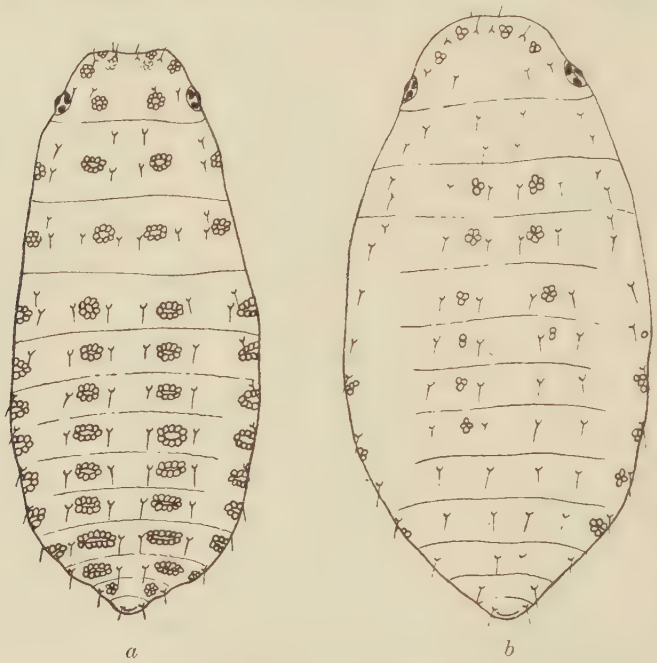
a *b* *c*

Abb. 28. Hintertarsus, a) einer virginoparen Junglaus im 1. Stadium, b) einer Intermediärform der Geschlechtsgeneration, c) eines sexuellen Weibchens im 1. Stadium. (Vergr. 500×.)

Trennung in 2 Tarsalglieder, bei den Weibchen meist noch durch eine dünne Scheidewand angedeutet, ist bei den Intermediären nach Art der gewöhnlichen Jungläuse deutlich durchgeführt. In der Beborstung sind insofern Unterschiede vorhanden, als die Tarsen der von mir untersuchten Intermediären immer nur geknöpfte gleichlange Dorsalhaare wie die Weibchen aufwiesen, wohingegen ja bei den gewöhnlichen Jungläusen, wie schon weiter oben erwähnt, die Dorsalhaare oft nicht geknöpft und ungleichmäßig lang sind.

Keine Beachtung wurde bisher den Wachsdrüsen bei den Intermediären geschenkt, obwohl auch sie recht geeignet sind, die Zwischenstellung dieser Formen zu beleuchten. Während nämlich die gewöhnlichen langberüsselten Jungläuse 4 Längsreihen von Wachsdrüsen besitzen, von denen die Seitenreihen je 11 und die Rückenreihen deren je 14 auf-

weisen (Abb. 29a), und die Weibchen solche ganz vermissen lassen, hatten beispielsweise von 11 darauf untersuchten Intermediären nur eine anscheinend die für die Langrüßler normale Anzahl von Drüsenplatten, eine verhielt sich wie die Weibchen und die übrigen trugen mehr oder minder unregelmäßig verstreute rudimentäre Platten (Abb. 29b). Die vorhandenen Platten blieben an Zahl der Fazetten meist hinter den normalen weit zurück und waren auch an sich ganz unregelmäßig zusammengesetzt (Abb. 30). Bei einer Intermediären bestanden die Platten sogar in der Mehrzahl nur aus einer einzigen kleinen, kreisrunden Fazette.



a *b*

Abb. 29. Wachsporenverteilung, a) bei einer virginoparen Junglaus im 1. Stadium, b) bei einer Intermediärform der Geschlechtsgeneration. (Vergr. 103×.)

Wenn wir zum Schluß dieses Abschnittes uns noch der Anatomie der Intermediären kurz zuwenden und unsere Aufmerksamkeit auf den Bau des Ovars lenken, ist auch hier die Zwischenstellung dieser Formen unverkennbar. Bei 4 von mir untersuchten Intermediären wies ein Tier ein den Ovarien der gewöhnlichen Jungläuse sehr ähnelndes Ovar auf, während die anderen drei auf den ersten Blick den normalen Weibchen glichen, deren Ovar ja im Laufe der Entwicklung bis auf eine das Winterei enthaltende Eiröhre reduziert wird. So zeigt ein Querschnitt durch eine Intermediäre (Abb. 31a) in der Mitte das Winterei in ähnlicher Weise wie ein ungefähr in derselben Körperregion geführter Querschnitt durch ein Weibchen (Abb. 31b). Während es bei letzterem nur fast den gesamten zur Verfügung stehenden Raum einnimmt, was auch ein Längs-

schnitt durch ein Weibchen sehr schön zeigt (Abb. 32), ist es bei den untersuchten Intermediären verhältnismäßig kleiner und beschränkt sich nur auf etwa ein Viertel des Raumes. In beiden Fällen zeigten die

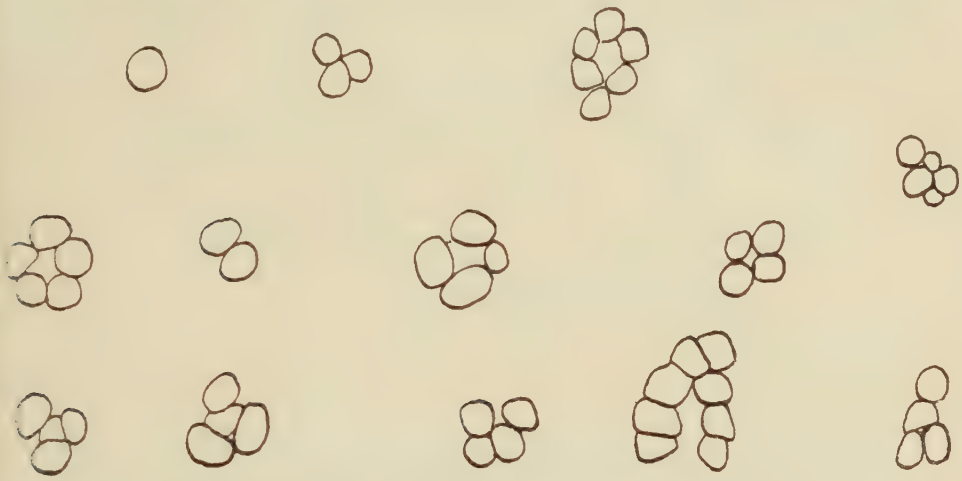


Abb. 30. Wachsporenrudimente einer Intermediärform der Geschlechtsgeneration. (Vergr. 620×.)

Eier die gleiche innere Struktur und waren umgeben von dem gleichen maschenartigen Fettgewebe. Der Darm schien in einem Fall ganz vorhanden zu sein, in den anderen Fällen dagegen nur in der rudimentären Form der Weibchen. Gewiß würden sich bei der Untersuchung eines

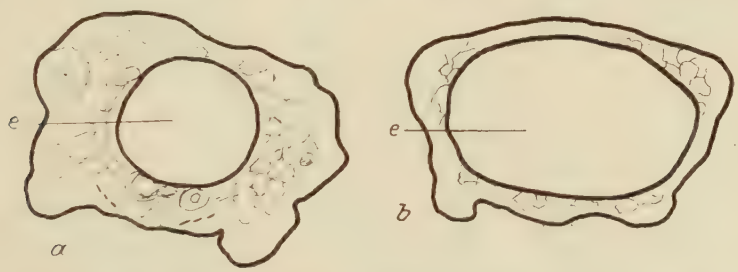


Abb. 31. Querschnitt, a) durch eine Intermediärform der Geschlechtsgeneration, b) durch ein sexuelles Weibchen. (Schematisiert.) e) Eianlage. (Vergr. 146×.)

hinreichend großen Materials von Intermediären auch bezüglich der Ovarien und des Verdauungssystems alle Übergänge zwischen Weibchen und gewöhnlichen Jungläusen nachweisen lassen.

4. Das Ei.

Kurz nach der Ablage ist das Ei gelblich-braun, eine Farbe, welche die von mir beobachteten Eier bis zum Schrumpfen beibehielten. Eine dunkelpurpurne (dullpurplish) Färbung, die sie nach Baker später annehmen

sollen, beobachte ich nicht. Das Ei ist im Übrigen glänzend, oft auch mit feinem Wachsstaub bedeckt und immer in geringerem oder stärkeren Maße mit wolligen Wachsausscheidungen behaftet. Merkwürdigerweise waren die Eier, die ich in den Sexuellenzuchten aus dem Gewächshaus im Sommer fand, in der Regel frei von dieser wolligen Umhüllung. Als

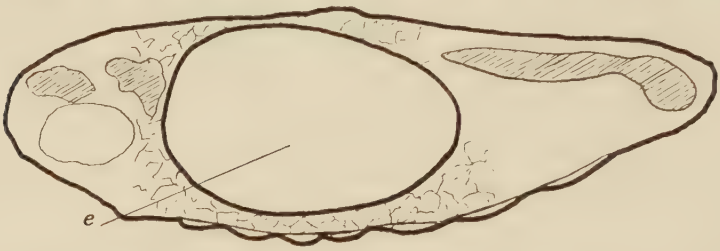


Abb. 32. Längsschnitt durch ein sexuelles Weibchen. (Schematisiert.) Bezeichnung wie 31. (Vergr. 146×.)

Maße für die Eier gibt Baker 0,640 mm als Länge und 0,288 mm als Breite an. Die von mir in großer Anzahl gemessenen Eier waren im Durchschnitt jedoch weit kleiner. So fand ich an Eiern von Freilandzuchten als höchsten Längenwert 0,608 mm und als höchsten Breitenwert 0,288 mm gegenüber den entsprechenden Tiefstwerten von 0,432 und 0,216 mm und bei Durchschnittszahlen von 0,542 mm und 0,244 mm.

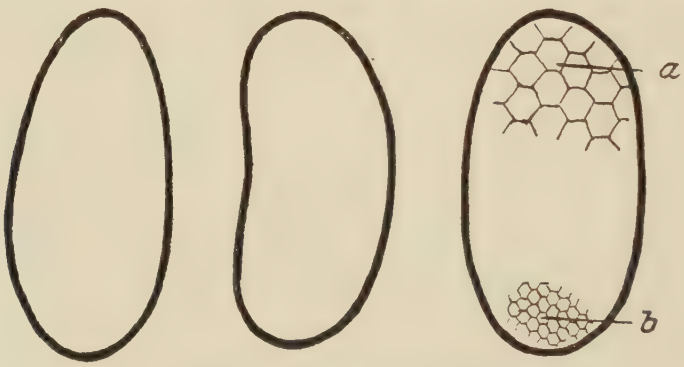


Abb. 33. Verschiedene Formen von Blutlaus-Wintereiern.
a) durchscheinende Dotter- und b) Blastodermzellen.

An Eiern, die aus einer Gewächshauszucht stammten, waren die Höchstwerte in der gleichen Reihenfolge sogar nur 0,600 mm und 0,232 mm, die Tiefswerte 0,408 mm und 0,176 mm, bei Durchschnittswerten von 0,500 mm und 0,208 mm. Man sieht also, daß die höchsten Werte für Länge und Breite in unserem Fall sich zwar den von Baker angegebenen Maßen nähern bezw. einmal damit übereinstimmen, daß die gefundenen Durchschnittswerte jedoch allgemein erheblich kleiner sind.

Die Form der Eier ist, wie auch Baker sie beschreibt, länglich-oval, manchmal an einem Ende etwas spitzer zulaufend und oft nach der einen Seite gebogen, sodaß eine Bohnenform entsteht. (Abb. 33.) Unter dem Mikroskop wird unterhalb der Eihaut bei jungen Eiern meist

Abb. 34. Längsschnitt durch ein Blutlaus-Winterei 5 Tage nach der Ablage mit jungem Embryo. (Vergr. 223×.)

eine kleinmaschige Felderung sichtbar, die von den Querschnitten der dann schon gebildeten Blastodermzellen herrührt. In seltenen Fällen war an Eiern aus Gewächshauszuchten eine weit gröbere Maschenstruktur unter dieser kleinen Felderung zu erkennen, die wir mit Balbiani als Querschnitt der Dotterzellen ansehen können. (Abb. 33.)

Abb. 35.
Längsschnitt durch ein im Sommer abgelegtes Blutlausei 3—4 Wochen nach der Ablage mit älterem Embryo. a) Serosa, b) Entodermzellen, c) Anlagen der Mundwerkzeuge und Beine. (Vergr. 335×.)

Da, wie im biologischen Teil der Arbeit auseinandergesetzt wurde ein Schlüpfen der Wintereier hier nie beobachtet werden konnte, interessierte es, ob und wie weit die befruchteten Eier sich bei unseren klimatischen Verhältnissen überhaupt entwickeln könnten. Ich untersuchte deshalb einige Eier, die unter verschiedenen Außenbedingungen

gestanden hatten, anatomisch und zwar einmal Eier, die im Laboratorium abgelegt und weiter beobachtet wurden, dann Eier aus Sommergewächshauszuchten und endlich Eier aus normalen Herbstzuchten. Die Eier in den beiden letzten Fällen wurden an den Beuteln, mit denen in einem Glashaus stehende amerikanische Ulmen umhüllt waren, abgelegt. Von den Eiern aus dem Laboratorium wurden jeden Tag bis zum 6. Tage nach der Ablage 2 bis 3 konserviert und geschnitten. Nach dem 6. Tag schrumpften die Eier im Laboratorium, sodaß sich eine weitere Serie nicht untersuchen ließ. Es ergab sich, daß die Invagination des Keimstreifs, d. h. seine Verlagerung in das Eiinnere, schon am 3. Tag im Gange und am 5. Tag beendet war, wie die Abbildung 34 zeigt. Wir sehen den jungen Embryo in der Nähe des einen Eipols liegen, wobei zu berücksichtigen ist, daß das Ei selbst nur in $^2/_3$ seiner Länge gezeichnet wurde.

Abb. 36. Querschnitt durch ein im Herbst abgelegtes Blutlausei 6—8 Wochen nach der Ablage mit älterem Embryo. (Vergr. 425×.)

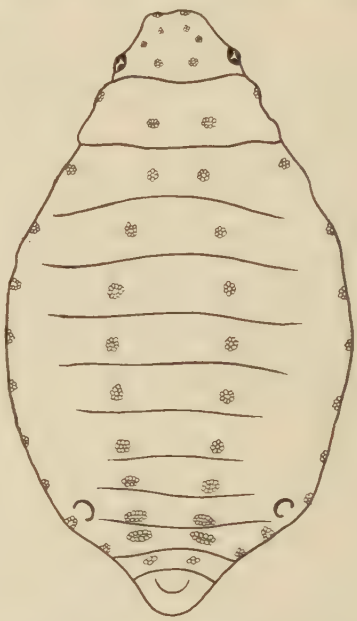


Abb. 37. Wachsporenverteilung bei einer virginoparen Altlaus. (Vergr. 43×.)

3—4 Wochen alte Eier aus den Sommergewächshauszuchten, die vor dem Schrumpfen konserviert wurden, zeigten sich verhältnismäßig weit entwickelt. Der Längsschnitt durch ein derartiges Ei (Abb. 35.), der leider die Medianebene nicht ganz getroffen hat, zeigt schon recht ansehnliche Anlagen für die Mundwerkzeuge und Beine. Ein annähernd gleiches Stadium der embryologischen Entwicklung erreichten Herbsteier aus dem Freiland, die im Dezember in einem Alter von 6—8 Wochen konserviert wurden. (Abb. 36.) Obwohl nur Bruchstücke aus der Entwicklung des Fundatrizenembryos vorliegen, kann doch schon gesagt werden, daß die Entwicklung des Wintereies grundsätzlich verschieden von der Entwicklung des Eies der virginoparen Blattläuse im mütterlichen Körper vor sich gehen muß, wie sie Will eingehend beschreibt.

Ferner zeigen die Untersuchungen, daß sich das in einer anormalen Jahreszeit abgelegte Winterei auch unter Wärmebedingungen, die be-

Abb. 38. Wachsporenverteilung bei einer Nymphe. (Poren schematisiert.) (Vergr. 33×.)

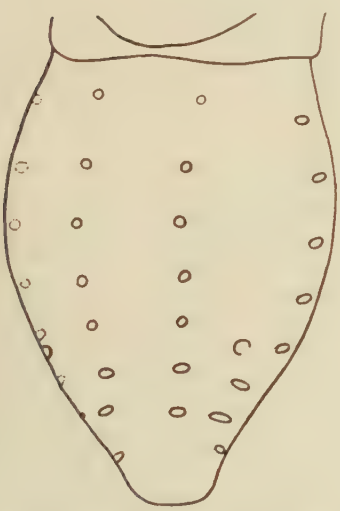


Abb. 39. Wachsporenverteilung bei einer Geflügelten. (Poren schematisiert.) (Vergr. 43×.)

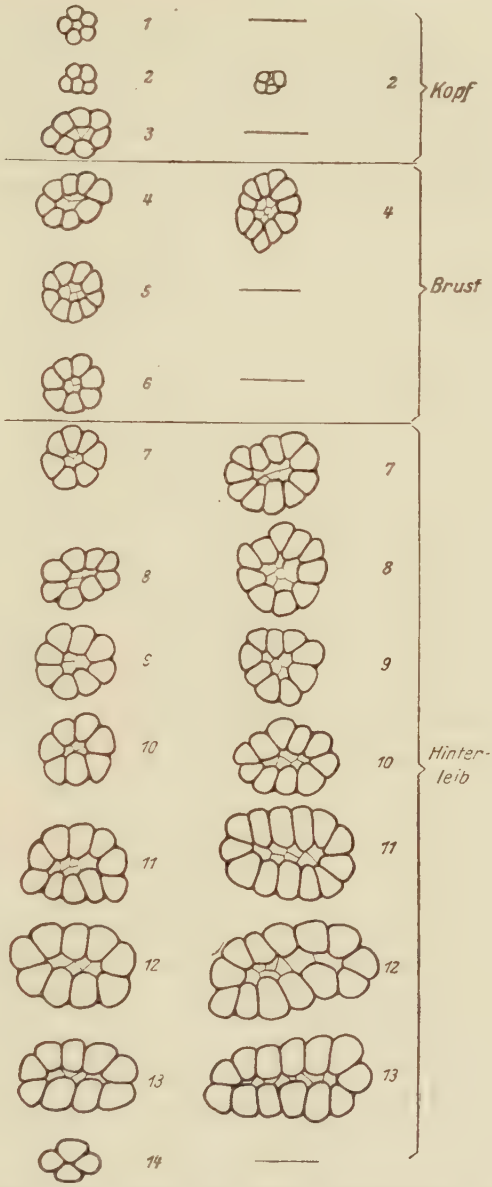


Abb. 40. Eine mittlere und seitliche Wachsporenreihe einer Nymphe in der Reihenfolge vom Kopf bis zum Körperende. (Vergr. 166×.)

deutend von denen des Herbstes und Vorwinters abweichen, verhältnismäßig weit entwickeln kann und daß der Tod der Eier im Sommer wie im Winter in annähernd dem gleichen Entwicklungsstadium des Embryos eintrat.

5. Nymphen und Geflügelte.

Während sich in der Literatur Beschreibungen und Abbildungen über Anordnung und Form der Wachssporen von virginoparen Altläusen neuerdings auch von Jungläusen und Geflügelten finden, vermißt man bisher eine Darstellung der diesbezüglichen Verhältnisse bei den Nymphen, die darin etwas von den Virginoparen abweichen und eine Zwischenstellung zwischen diesen und den Geflügelten einnehmen. Die Virginoparen (Abb. 37) weisen bekanntlich 4 Reihen von Wachsporen auf, zwei spinale Mittel- und zwei marginale Seitenreihen, die sich in annähernd dem gleichen Abstand vom Kopf über Brust und Hinterleib hinziehen. Die Mittelreihen enthalten je 14 Wachsporen, die Seitenreihen je 11, da bei ihnen zwei Kopfporen und auch Poren auf dem 8. Abdominalsegment fehlen. Bei den Nymphen (Abb. 38) behalten die Mittelreihen ihre ursprüngliche Zahl, während in den Seitenreihen nur 9 Poren übrig bleiben, da an den thorakalen Segmenten durch die Flügelanlagen 2 Poren an jeder Seite in Fortfall kommen. Bei den Geflügelten endlich (Abb. 39) verschwinden durch die starke Chitinisierung von Kopf und Brust die

Abb. 41. Wachsporen einer Geflügelten. (Schematisiert.) (Vergr. 500×.)

Poren dieser Körperteile völlig, so daß nunmehr in den Mittelreihen nur 8 und in den Seitenreihen nur 7 Poren übrigbleiben (Tabelle 25) In der Form der Poren und der Anzahl ihrer Fazetten stimmen Virginoparе und Nymphen überein, wenn die große Variabilität der Porenformen und Fazettenzahlen unberücksichtigt bleibt. Mehr oder minder runde oder quaderförmige Fazetten, deren Anzahl nach hinten im allgemeinen zunimmt, ordnen sich um rundliche oder engere und weitere schlitzförmige Mittelräume an, die nun nicht, wie meist abgebildet, einen leeren Raum darstellen, der nur manchmal durch Querwände ein — oder zweimal geteilt ist. Die Mittelräume sind vielmehr von einem Chitinstützwerk in kleinere sehr unregelmäßige Fazetten aufgeteilt, sodaß nicht das bisher angenommene Bild eines Fazettenkranzes, sondern einer ununterbrochenen Porenplatte entsteht, wie sie die Abbildung 40 darstellt. Wie die Abbildung weiter zeigt, ist die Aufteilung des Mittelraumes, die im Übrigen nur bei sehr gut aufgehellten Milchsäurepräparaten und starker Abblendung deutlich sichtbar ist, von einer ganz außerordentlichen Mannigfaltigkeit.

Ganz anders sehen die Wachsporen der Geflügelten aus, die ich, wie sie auch Börner und Marchal abbilden, als unregelmäßige Flecken

Tabelle 25. Anordnung der Wachsporen und Anzahl ihrer Fazetten bei

a) Virginoparen Altläusen.

(+ = nicht vorhandene, — = nicht ausgezählte und ? = nicht deutlich zu sehende Poren.)

	Linke Reihen		Rechte Reihen			Linke Reihen		Rechte Reihen	
	marg.	spin.	spin.	marg.		marg.	spin.	spin.	marg.
1.	+	7	7	+	1.	—	5	4	+
2.	5	6	7	5	2.	—	5	5	3
3.	+	4	3	+	3.	—	5	6	+
4.	12	6	6	13	4.	—	8	9	13
5.	9	9	6	12	5.	—	7	9	10
6.	11	7	8	11	6.	—	8	9	10
7.	10	11	9	10	7.	—	7	8	11
8.	10	7	9	12	8.	—	7	7	11
9.	10	7	6	10	9.	—	7	7	12
10.	11	7	8	11	10.	—	7	7	14
11.	10	9	7	10	11.	—	10	7	16
12.	12	9	9	10	12.	—	10	11	18
13.	9	7	8	11	13.	—	9	9	20
14.	—	5	7	—	14.	—	5	5	+
Zusammen	109	101	100	115	Zusammen	—	100	101	138
Durchschnitt	9,9	7,2	7,1	10,5	Durchschnitt	—	7,1	7,2	12,5

b) Nymphen.

1.	—	5	5	+	1.	+	?	?	—
2.	—	5	3	5	2.	3	4	5	—
3.	—	6	8	+	3.	+	7	7	—
4.	—	7	9	10	4.	8	6	5	—
5.	—	5	9	+	5.	+	6	6	—
6.	—	8	7	+	6.	+	8	7	—
7.	—	7	7	7	7.	9	7	6	—
8.	—	8	7	9	8.	11	7	7	—
9.	—	9	7	9	9.	12	7	9	—
10.	—	8	7	8	10.	10	5	8	—
11.	—	7	9	10	11.	12	7	9	—
12.	—	9	9	11	12.	16	7	11	—
13.	—	11	9	11	13.	17	9	9	—
14.	—	4	4	+	14.	+	3	5	—
Zusammen	—	99	100	80	Zusammen	98	—	—	—
Durchschnitt	—	7,1	7,1	8,9	Durchschnitt	16,9	—	—	—

c) Geflügelten.

1.	—	7	7	9	1.	—	7	7	7
2.	—	6	7	11	2.	—	7	6	10
3.	—	6	7	11	3.	—	8	7	10
4.	—	6	?	?	4.	—	?	5	?
5.	—	9	9	?	5.	—	9	9	?
6.	—	9	9	?	6.	—	11	9	?
7.	—	10	9	16	7.	—	?	12	17
8.	—	?	?	+	8.	—	7	?	+

fand (Abb. 41), auf denen die fast immer rundlichen sich selten berührenden Fazetten ohne jede Ordnung verteilt sind. Die Porenformen, die Baker für Virginopare und Geflügelte abbildet, fand ich bei meinem Material in keinem Fall (Abb. 42 a und b).

Die Größe der Geflügelten variirt außerordentlich stark je nach den Wachstumsbedingungen der befallenen Bäume, aus deren Kolonien sie stammen. Ich fand in einem Fall die Geflügelten aus starken Wurzel-

a *b*

Abb. 42.
a) Wachspore einer Geflügelten nach Baker. b) Wachspore einer virginoparen Blutlaus nach Baker.

halskolonien eines verhältnismäßig trocken stehenden Baumes durchschnittlich um ein Fünftel kleiner als die Geflügelten aus weniger umfangreichen Astkolonien eines Baumes mit erheblich feuchterem Standort. Im Extrem waren die erstgenannten Geflügelten nur $^2/_3$ so groß als die letztgenannten.

6. Intermediärformen zwischen ungeflügelten Virginoparen und Geflügelten.

Bei der Untersuchung der Nymphen stieß ich gelegentlich auf Zwischenformen zwischen diesen und gewöhnlichen virginoparen Altläusen, wie sie von mehreren Forschern schon bei verschiedenen Blattlausarten beobachtet wurden. Da ich in der gesamten mir zugänglichen Blutlausliteratur keine Notiz über solche Zwischenformen finde, mögen sie hier kurze Erwähnung finden. Die mir vorliegenden Exemplare sehen auf den ersten Blick, abgesehen von den einmal größeren, einmal kleineren Flügelstummeln, wie gewöhnliche Virginopare aus, da die thorakalen Segmente sich genau wie bei den Virginoparen verhalten. Bei näherem Zusehen fallen aber die Anlagen der Fazettenaugen sowie das gelegentliche Durchschimmern sekundärer Rhinarien am 3. Fühlerglied auf, daß außerdem viel länger als bei den Virginoparen erscheint. Einige Messungen der Gesamtfühlerlängen sowie des 3. Gliedes bei den Nymphen, Intermediären und Virginoparen ergaben folgende interessante Verhältnisse. Bei Nymphen betrug die Gesamtfühlerlänge im Durchschnitt 0,64 mm und die Länge des 3. Gliedes 0,27 mm, bei Intermediären 0,50 mm und 0,20 mm und bei Virginoparen 0,36 und 0,13 mm, d. h. die Länge des 3. Fühlergliedes betrug im ersten Fall 42,2 %, im zweiten 40 % und im letzten Fall 36,1 %. Wir sehen also, daß bezüglich der Fühlergesamtlängen als auch des Anteils des 3. Gliedes daran die Intermediärformen

zwischen Nymphen und Virginoparen stehen. Das gleiche zeigt sich bei der Betrachtung der Wachsporen. Während wie oben auseinandergesetzt, der Nymphe die Seitenporen am Meso- und Metathorax fehlen, sind hier die Poren zwar vorhanden, aber beide oder auch nur eine in stark reduzierter Form. Wo die ablegereifen Jungen der Intermediären zu erkennen waren, handelte es sich durchweg um langrüßlige Larven.

D. Schluß.

Bei einem Vergleich der Angaben der Blutlausliteratur ergeben sich recht beachtliche morphologische und biologische Unterschiede zwischen der von den amerikanischen Forschern beschriebenen und unserer einheimischen Blutlaus, die dringend der Nachprüfung bedürfen. So wurden die Wachsporen, die Baker einmal für die Geflügelten und dann für die ungeflügelten Virginoparen zeichnet, weder von Marchal noch von mir bei europäischen Blutläusen gefunden. Weiter werden die Männchen von Patch und Baker als hellgelb bezw. rötlichbraun beschrieben, während sie in Europa gelbgrün bis dunkelgrün aussehen. Ferner sind die Differenzen zwischen den Maßangaben Bakers und meinen Messungen, die nur an Hand größeren amerikanischen Materials geklärt werden können, bedeutend. Hierzu kommen folgende biologische Verschiedenheiten. Zunächst sollen sich die Männchen in Amerika viermal häuten, während sie in Europa ihre Entwicklung mit der dritten Häutung beenden. Dann wurden virginopare bezw. virginosexupare Geflügelte bisher in Amerika nicht festgestellt, während sie in Deutschland, Frankreich, der Schweiz und Rußland gefunden wurden. Endlich hat eine Aufzucht von Fundatrizen an amerikanischen Ulmen in Europa nicht durchgeführt werden können, während in Amerika sich die Entwicklung der Ulmengeneration normal vollzieht. Ebenso sind Übertragungen der europäischen Blutlaus auf Sorbus americana und Crataegus crusgalli, die nach Patch in Amerika ebenso leicht wie Malus-Sorten befallen werden, nicht gelungen.

All diese Unterschiede sind mit Veränderungen, die die Blutlaus nach ihrer Verschleppung von Amerika nach Europa im Verlaufe einer sich über etwa 150 Jahre erstreckenden ausschließlich parthenogenetischen Fortpflanzung erfahren und zur Bildung einer von der amerikanischen verschiedenen europäischen biologischen Rasse geführt haben sollten, schwer erklärbar. Marchals Versuche mit frisch aus Nordamerika eingeführtem Blutlausmaterial zeigen, daß die gleichen Verhältnisse auch in Amerika selbst bestehen.[1])

[1]) Das Blutlausmaterial soll angeblich von Ulmus americana-Gallen abstammen, ist aber wahrscheinlich echtes virginogenes Blutlausmaterial des Apfelbaumes gewesen, denn die Abkunft der von Marchal an den infizierten Apfelbäumchen vorgefundenen lebenden 14 Läuse von den Geflügelten der Ulmen-Gallen ist nicht erwiesen.

Deshalb hat meines Erachtens die Vermutung Börners mehr für sich, daß die amerikanischen Forscher bei ihren Übertragungsversuchen, die überdies immer nur in der Richtung von der Ulme zum Apfel oder zur Vogelbeere (mountain ash) stattgefunden haben, garnicht E. lanigerum, sondern eine holozyklische Eriosoma-Art vor sich gehabt haben, welche regelmäßig zwischen Malus-, Sorbus-, Craetaegus-Arten einerseits und Ulmus americana andererseits migriert. Man könnte sich denken, daß E. lanigerum im Begriff steht, sich von einer holozyklischen in eine anholocyklische, nur an Malus- und nahe verwandte Kernobstgewächse spezialisierte Form umzuwandeln, wofür vor allem die Bildung virginoparer Geflügelter spräche, und daß sie in Amerika etwa mit E. crataegi verwechselt worden ist, die sich ja nur durch das etwas größere 3. Antennenglied bei ungeflügelten Virginoparen und die größere Anzahl der sekundären Rhinarien auf dem 3. Fühlerglied der Geflügelten von E. lanigerum unterscheidet, Unterschiede, die bei Übertragungsversuchen sehr leicht übersehen werden können. Eine wesentliche Stütze für diese Annahme sieht Börner auch in der Angabe von Swain, der in Kalifornien zwar Herbstgeflügelte der Blutlaus beobachtete, nie aber an den dort ebenfalls vorkommenden amerikanischen Ulmen die Ulmengenerationen fand. Es würden in Kalifornien also ähnliche Verhältnisse herrschen wie in Europa.

Es zeigt sich, daß der ganze Fragenkomplex neuer eingehender exakter Untersuchungen im Mutterland der Blutlaus bedarf, bevor eine endgültige Klärung der Ursachen des abweichenden Verhaltens von E. lanigerum in Europa stattfinden kann.

Literatur.

1. Baker, A. C., The woolly apple aphis. U. Stat. Dept. Agric. Report 101. Washington 1915.
2. Baker, A. C., und Turner, W. F., Morphology and biology of the green apple aphis. Jl. Agr. Res. Dept. Agric. Vol. V. 21, 955—1001, 1916.
3. Balbiani, M., Mémoire sur la génération des aphides. Ann. des sci. nat. Serie V, 11, 14 und 15, 1869, 1870, 1872.
4. Börner, C., Zur Zucht der Blutlauswintereier. Mitt. Kaiserl. Biol. Anst. f. Land- und Fortwirtschaft, H. 8, 49—50, 1909.
5. — — Die Blutlausplage und ihre Bekämpfung. Flugbl. Nr. 33. Kaiserl. Biolog. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft 1914.
6. — — Blattlausstudien. Abh. Nat. Ver. Bremen 23, 164—184, 1914.
7. — — Über das Auftreten geflügelter Formen bei Blattläusen. Mitt. der Kaiserl. Biol. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft, H. 6, 42—43, 1916.
8. — — Über den Einfluß der Nahrung auf die Entwicklungsdauer von Pflanzenparasiten nach Untersuchungen an der Reblaus. Zeitschr. angew. Ent. XIII, 1, 108 bis 128, 1927.
9. Börner, C., und Schilder, F. A., Aphidoidea. Sorauer-Reh, Handb. d. Pflanzenkrankheiten, Aufl. 4, Bd. 5, 1929.
10. Heymons, Richard, Grundzüge der Entwicklung und des Körperbaues von Odonaten und Ephemeriden. Berlin 1896.

11. Korschelt-Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1892.
12. Marchal, Paul, Étude biologique et morphologique du puceron lanigère du pommier (Eriosoma lanigerum Hsm.). Ann. des Epiphyt. 1, 1—106, 1928.
13. Patch, E., Wooly aphids of the elm. Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 220, 1913.
14. — — Elm leaf rosette and wooly aphid of the apple. Ebenda Bull. 256, 1916.
15. Schilder, F. A., Variationsstatistische Studien an Käfern. Ent. Zeitschr. Frankfurt 40, 75—96, 1926.
16. Schneider-Orelli, O., und Leuzinger, H., Untersuchungen über die virginoparen und sexuparen Geflügelten der Blutlaus des Apfelbaums. Beibl. z. Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich, 9. Jahrg., 71, 1—83, 1926.
17. Swain, A. F., A synopsis of the aphididae of Kalifornia. Univ. Kalif. Publ. Ent. Vol. 3, 1—221, 1919.
18. Theobald, Fr. V., The plant lice or aphididae of Great Britain. Vol. 3, 1929.
19. Uichanco, L. B., Studies on the embryogeny and postnatal development of the aphidae with special reference to the history of the „symbiotic organ“ or „Mycetom“. Philippine Jl. Sci. 24, 2, 143—247, 1924.
20. Will, Ludwig, Zur Bildung des Eies und Blastoderms bei den viviparen Aphiden. Arb. zool. zoot. Inst. Würzburg 6, 217—256, 1883.
21. — — Entwicklungsgeschichte der viviparen Aphiden. Spengels zool. Jahrbücher, Abteil. Anat. u. Ontog. 3, 201—286, 1888.

Zur Biologie der kleinen Wachsmotte, Achroea grisella Fabr.

Von

Georg Kunike.

Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.)

(Mit 25 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

A. Allgemeiner Teil 305
1. Vorkommen 305
2. Zucht der kleinen Wachsmotte 305
3. Literaturangaben 305
B. Biologisch-experimenteller Teil 306
I. Imagines 306
1. Morphologie 306
2. Zahlenverhältnisse der Geschlechter 307
3. Lebensdauer und Generationsfolge 307
4. Ernährung 308
5. Kotung 308
6. Geschlechtsleben 308
7. Eiablage, Parthenogenese 313
II. Eier 313
1. Morphologie 313
2. Anzahl 314
3. Entwicklungsdauer 314
III. Larven 314
1. Morphologie 315
2. Schlüpfen und Häutungen 315
3. Größenverhältnisse 315
4. Fraßtätigkeit und Fraßgänge 316
5. Kotung 317
IV. Puppen 319
1. Morphologie 320
2. Puppengespinste 320
3. Dauer der Puppenruhe 321
V. Einiges über die Nahrungsaufnahme der Raupe und über ihre Nahrung das Wachs 321

Seite
1. Zusammensetzung des Wachses 322
2. Zusammensetzung der Wabe 322
3. Fraßversuche mit verschiedenen Substanzen 325
a) Einzelprodukte des Bienenstockes 325
b) Einzelbestandteile alter Brutwaben 326
c) Verschiedene Wachs- und Wabenbestandteile 329
d) Sonstige Stoffe 330
VI. Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Entwicklungsstadien von Achroea 332
1. Temperaturen im Bienenstocke und Anpassung der Wachsmotte . . 332
2. Einfluß verschiedener Temperaturen auf
a) Eier 334
b) Larven 336
c) Puppen 340
d) Imagines 341
VII. Das Verhältnis der Biene im Stock zu Achroea und die durch sie verursachten Schäden 342
1. Herstellung eines beobachtbaren Bienenstockes 342
2. Infizieren des Stockes mit verschiedenen Stadien der Wachsmotte . . 343
3. Das Verhalten der Biene zur Wachsmotte 343
4. Kontrolle des Stockes auf Schäden 345
C. Praktischer Teil 348
1. Biologische 348
2. Chemische 350
3. Sonstige allgemeine Bekämpfungsmöglichkeiten 352
D. Zusammenfassung 354
E. Literatur 355

A. Allgemeiner Teil.

Die kleine Wachsmotte (*Achroea grisella* Fabr.), auch kleine Wachsschabe genannt, gehört zur Familie der Pyraliden oder Zünsler. Ordo: Lepidoptera, Subordo: Mikrofrenata, II. Pyralidiformes, 1. Familie: Pyralidae, 2. Unterfamilie: Phycitinae, 1. Gruppe: Galleriini, Gattung: Achroea Hübn.

Sie ist, wie die Bienenzucht, heute über die ganze Erde verbreitet und wird dadurch schädlich, daß ihre Larven, dem Imker als „Rankmaden" bekannt, die Bienenwaben zerfressen, weite Gespinstgänge darin anlegen und die Tätigkeit des Bienenvolkes durch ihre Anwesenheit beeinträchtigen. In Deutschland und im übrigen Europa ist sie häufig und kommt meist in Gesellschaft der großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.) vor.

Im Laboratorium läßt sich die kleine Wachsmotte gut züchten. Hierzu versieht man am einfachsten mehrere Einmachegläser von etwa drei Liter Inhalt mit alten Wabenstücken, setzt einige Paare der kleinen Wachsmotte dazu und bindet die Gläser mit Stoff zu. Nähere Angaben über ihre Zucht siehe auch bei Hase (12). Man kann das ganze Jahr hindurch bei geeigneten Temperaturen über reichliches Versuchsmaterial verfügen.

Während sich in der Literatur zahlreiche Arbeiten über die große Wachsmotte und besonders über die physiologischen Vorgänge der Fraß-

tätigkeit ihrer Raupen vorfinden, ist die Biologie der kleinen Wachsmotte bisher nur wenig bearbeitet worden. Eine Arbeit finden wir von Losy (18) aus dem Jahre 1907, deren Inhalt hier kurz wiedergegeben sei:[1])

„*Achroea grisella* ist dem Bienenzüchter viel weniger bekannt als *Galleria mellonella*, welcher er meistens den angerichteten Schaden zuschreibt. Beide können zusammen vorkommen, ihre Lebensweise ist aber verschieden. *A. grisella* macht weniger Seidengespinst, lebt auch meist unten am Boden des Bienenstockes zwischen den Abfällen des Blütenstaubes und Wachses. Bei starker Vermehrung zieht sie sich aber auf die Wachskuchen hinauf und gelangt zu den Zuchtzellen, wo sie dann wie die große Wachsmotte den Bienen wie dem Züchter einen großen Schaden anrichten kann. *A. grisella* hat nur eine Generation, welche von Mitte April bis Ende Juli fliegt. Bei entsprechender Temperatur fliegt sie aber auch noch im Herbste. Die Eier werden in Häufchen abgelegt, die Raupe bleibt vor der Verpuppung kürzere oder längere Zeit in einem gewissen Ruhestand, die Imago lebt etwa zehn Tage, ist schnell beweglich und ebenso photophob wie Galleria. Die Bienen dulden die Raupen ihrer Zerstörer, ohne ihnen feindlich gesinnt zu sein."

Ferner finden wir eine kurze Übersicht über die Biologie der kleinen Wachsmotte bei Zander (26). Hier ist einiges über Morphologie, Flugzeiten, Fraßtätigkeit, Lebensgewohnheiten und Ökologie gesagt; als Bekämpfungsmaßnahme wird das Absuchen der Raupen aus allen Stockteilen und das Vergasen der Wabenvorräte anempfohlen.

Weitere Angaben über die Biologie der kleinen Wachsmotte bringen Kaempf (16) betreffs Biologie, Earp (5), Barreto (2), Ghosh (7), Zander (25), Mc. Indoo (15), Bahr (1), Mc. Dougall (4), Surface (22), Tullgren (23) und Petch (21) betreffs Vorkommen und Bekämpfung. Wie weit bei den hier vorliegenden Untersuchungen andere Ergebnisse als bei früheren Autoren festgestellt wurden, wird jeweils an der betreffenden Stelle erwähnt werden. Die Namen der Forscher, die Untersuchungen über Temperaturen im Bienenstocke, über die Chemie des Wachses, über Zucht von Schlupfwespen zur biologischen Bekämpfung usw. ausführten, werden jeweilig im Gange der Darlegungen genannt werden.

B. Biologisch-experimenteller Teil.

I. Imagines.

Achroea grisella zeigt mottenartigen Habitus (s. Abb. 1). Besonders sinnfällige morphologische Unterschiede bestehen zwischen den männlichen und weiblichen Faltern nicht. Durchschnittlich sind die Weibchen etwas größer als die Männchen und haben einen gedrungeneren Hinterleib (s. Abb. 2). Es finden sich alle Größenübergänge bei beiden Geschlechtern. Bei leichtem Druck auf den Hinterleib treten bei den Männchen die zur Paarung dienenden Klammerorgane und bei den Weibchen die Legeröhre

[1]) Ein Auszug aus der ungarischen Arbeit von Losy in deutscher Sprache wurde mir freundlicherweise von Herrn Dr. A. Schmidt, Oberkustos am Magyaar Nemzetti. Museum Budapest zur Verfügung gestellt.

hervor (s. Abb. 3). Beide Geschlechter sind am Körper mausegrau bis gelbgrau, an den Beinen hellgrau gefärbt; die Stirn ist von ockergelber Farbe. Die Mundteile sind verkümmert, die Palpen kurz, beim Weibchen etwas vorgestreckt. Die Vorderflügel sind kurz gerandet, Ader drei ist gestielt, die Hinterflügel haben eine scharfe Spitze. Die Flügelschuppen haben einen oder zwei Mittelkiele und sind am Rande zwei-, drei- oder vierfach gezähnt (s. Abb. 4), an den Flügelrändern finden sich lange, am Ende gegabelte Fransenschuppen (s. Abb. 5). In der Ruhe sind die Flügel dachförmig übereinander gebreitet.

Abb. 1. Männlicher Falter mit gespannten Flügeln. Vergr. 3,5fach.

Die Beine sind kräftig, mit langen Dornen versehen und zum Laufen und Springen gleich geeignet. Dies mag wohl den Namen kleine Wachs-„Schabe“ [1]) verursacht haben. Die Tarsen enden in zwei gekrümmten Haftklauen.

Größenverhältnisse (Mittelwerte):

	Länge mm	Flügelspannung mm
a) beim Weibchen	11,3	23
b) „ Männchen	9	17,7

Durchschnittsgewicht (Mittelwerte):

	g
a) beim Weibchen: vor der Paarung	0,03
b) „ „ nach teilweiser Eiablage . .	0,024
c) „ Männchen	0,012

(Die oben stehenden Zahlen stellen Mittelwerte von Messungen von je 100 Tieren dar. Über das Vorkommen besonders großer und besonders kleiner Formen ist noch einiges in den Abschnitten „Fraßversuche“ und „Temperatureinflüsse“ angegeben.)

Die zahlenmäßige Verteilung der Geschlechter ist ungefähr gleich. In einem Falle kamen auf 100 Weibchen 106 Männchen, in einem anderen Falle auf 100 Männchen 102 Weibchen. Die Lebensdauer schwankt und ist von der Temperatur abhängig; durchschnittlich beträgt sie bei Zimmertemperatur für nicht befruchtete Weibchen 7,2 Tage, für befruchtete Weibchen 6 Tage, für Männchen ohne Paarungsgelegenheit 22,1 Tage und

[1]) „Schabe“, im Hinblick auf die schnellaufende Küchenschabe und auf die Farbähnlichkeit.

mit solcher 23 Tage. (Die Schwankungen um diese Mittelwerte bewegten sich in Grenzen von nur 1—2 Tagen.) Die gesamte Entwicklung verläuft bei einer Durchschnittstemperatur von 25° C in etwa zwei bis drei Monaten, so daß bei einem erstmaligen Auftreten der Falter im Mai mit drei Generationen im Jahre zu rechnen ist. Vielfach kommt ein Überschneiden der Generationen vor. Das Überwintern von Achroea erfolgt im Larvenzustande. Sowohl bei den Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Eier und Raupen als auch bei der Durchsicht von Waben und Bienenstöcken zeigte sich, daß nur die Raupen längere Zeit Kälte ertragen bezw. überwintern. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Angaben Zanders (26), der für die Eier der letzten Generation eine Überwinterung angibt.

Abb. 2. Männchen und Weibchen von Achroea. Flügel in Ruhestellung. Vergr. 3.5fach.

Die Imagines haben, wie oben erwähnt, verkümmerte Mundteile und nehmen daher weder feste noch flüssige Nahrung auf. Kurz nach dem Schlüpfen wird von ihnen meist ein weiß bis orange gefärbter Flüssigkeitstropfen ausgeschieden. Anschließend sei über das allgemeine Verhalten der am Tage meist ruhig sitzenden Tiere gesagt, daß sie beim Aufscheuchen meist eiligst weglaufen. Zwingt man sie zum Flug durch Fallenlassen usw., so wird dieser zu einem ungeschickten Flattern. Möglichst sucht der so gestörte Falter dann ein lichtgeschütztes Versteck.

Besonders sinnfällig für unser Geruchsorgan ist der Duft der männlichen Falter. Beim Öffnen der Zuchtgläser wurde stets ein kräftiger, aromatischer Duft wahrgenommen. Um nun zu ermitteln, ob in einem Zuchtglase Weibchen, Männchen oder Abfallstoffe diesen Geruch erzeugten, wurden Weibchen, Männchen und der restliche Inhalt des Glases isoliert. Schon nach wenigen Stunden zeigte sich in dem Glase mit den Männchen der überaus starke aromatische Duft, welcher an den Duft der Pestwurzes (*Petasites officinalis* Moench.) erinnert, während das Glas mit den Weibchen nur einen schwachen wabenartigen Duft wahrnehmen ließ. Um die Lokalisierung des Duftstoffes bei den Männchen festzustellen, wurden die Köpfe, Flügel, Beine, Brust und Hinterleib von 100 Männchen in Einzelschalen gebracht. Es zeigte sich, daß der Thorax den meisten Duft besitzt, etwas weniger das Abdomen, während die übrigen Teile keinerlei Duft wahrnehmen ließen.

Bekanntlich besitzen die Weibchen vieler Nachtschmetterlinge einen für den Menschen nicht wahrnehmbaren, aber für die männlichen Falter so stark wirkenden Duft, daß sie selbst in weiter Entfernung befindliche Männchen dadurch anlocken können. Wegen des Duftes der männlichen Falter bei Achroea lag die Vermutung nahe, daß in diesem Falle umgekehrt die weiblichen Falter durch die Männchen angelockt werden können. Hierfür sprechen die Tatsachen, daß der Duft nicht ständig am Körper der männlichen Falter vorhanden ist, sondern erst nach längerem Schwirren

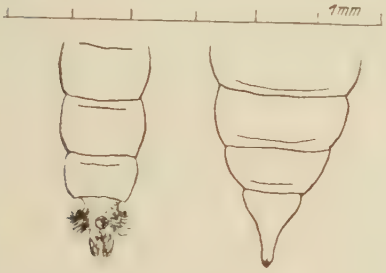


Abb. 3. Hinterleibsende des Männchens (links) und des Weibchens (rechts). Vergr. 10fach.

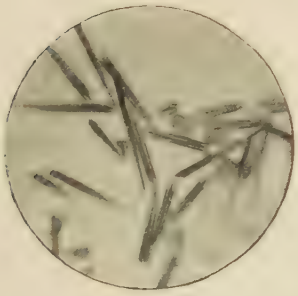


Abb. 4. Flügelschuppen. Vergr. 57fach.

Abb. 5. Fransenschuppen des oberen Flügelrandes.

mit den Flügeln auftritt. Erinnert sei hierbei an die bekannten Fälle, in welchen männliche Insekten durch Zirpen die weiblichen anlocken.

Um über diese Verhältnisse Klarheit zu gewinnen, wurden folgende Versuche angestellt: in einem Versuchskasten von 93 cm Länge, 70 cm Breite und 14 cm Höhe, welcher oben mit einem Glasdeckel versehen war, wurden in der einen Ecke 25 Achroea-Weibchen frei ausgesetzt. In der gegenüberliegenden Ecke, 120 cm entfernt, befanden sich in einer Glasröhre 25 Achroea-Männchen. Die Glasröhre war an dem der Wand zugekehrten Ende verschlossen und an der vorderen Seite mit einem Stück Erbstüll zugebunden. Rings um die vordere Öffnung lief ein Papp-

ring, welcher mit Raupenleim bestrichen war. Am zweiten Tage klebten sechs Weibchen am Raupenleim, 13 in nächster Nähe und 6 auf den übrigen Raum verteilt. Am 3. Tage waren 11 angeklebt, 9 in nächster Nhe und 5 weiter verteilt (s. Abb. 6). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß bereits befruchtete Weibchen, wie festgestellt, die Männchen nicht mehr aufsuchen. Diese Feststellung findet ihre Erklärung in der Tatsache, daß bei den Weibchen nur eine einmalige Kopula erfolgt, welcher zur Befruchtung sämtlicher Eier ausreicht.

Um die Sicherheit obiger Ergebnisse zu prüfen, wurde der Versuch umgekehrt wiederholt. Die Weibchen befanden sich jetzt in der Glas-

Abb. 6. Schematische Aufsicht auf den Versuchskasten. Glasröhre mit Männchen und Leimstreifen. Auf die Männchen sind 11 Weibchen bis zum Leimstreifen angeflogen, 9 in der Nähe, 5 weiter verteilt.

röhre, während die Männchen an der gegenüberliegenden Ecke frei ausgesetzt waren. Am nächsten und darauf folgenden Tage war kein Männchen angeklebt, am ersten Tage war die Verteilung der Männchen im Kasten noch fast gleichmäßig, am zweiten Tage zeigte sich nur eine geringe Verschiebung der Männchen in Richtung der eingezwingerten Weibchen (s. Abb. 7).

Ein gleichlaufender zweiter Versuch wurde wie folgt angesetzt: Ein 3 l-Glas wurde mit 30 Achroea-Männchen besetzt und mit Erbstüll zugebunden. Um das Glas passend aufzustellen, wurde ein Stück Pappe rechtwinklig gebogen und die senkrechte Fläche mit einem Loch versehen, durch welches die mit Erbstüll zugebundene Öffnung des Glases hervorsah. Sowohl die senkrechte Fläche als auch die nach vorne liegende wagerechte Fläche der Pappe wurde mit Raupenleim bestrichen. Der

Zweck dieser Anordnung war, daß anfliegende Weibchen, welche unmittelbar auf den Erbstüll gelangen würden, beim Herunterflattern auf die wagerechte Leimfläche gelangen sollten, ferner auch solche abzufangen, die von unten her anlaufen würden. Das Glas mit den Männchen stand in der einen Ecke eines Gewächshauses. In die gegenüberliegende, etwa 6 m entfernte, Ecke wurden nach und nach 23 Achroea-Weibchen gebracht, welche allerdings zum Teil schon befruchtet sein konnten.[1]) Bis zum elften Tage klebten neun Weibchen am Raupenleim, während die übrigen 14 nicht mehr zur Beobachtung kamen. Bis zum 21. Tage blieb der Versuch unverändert stehen (Tod des letzten Männchens),

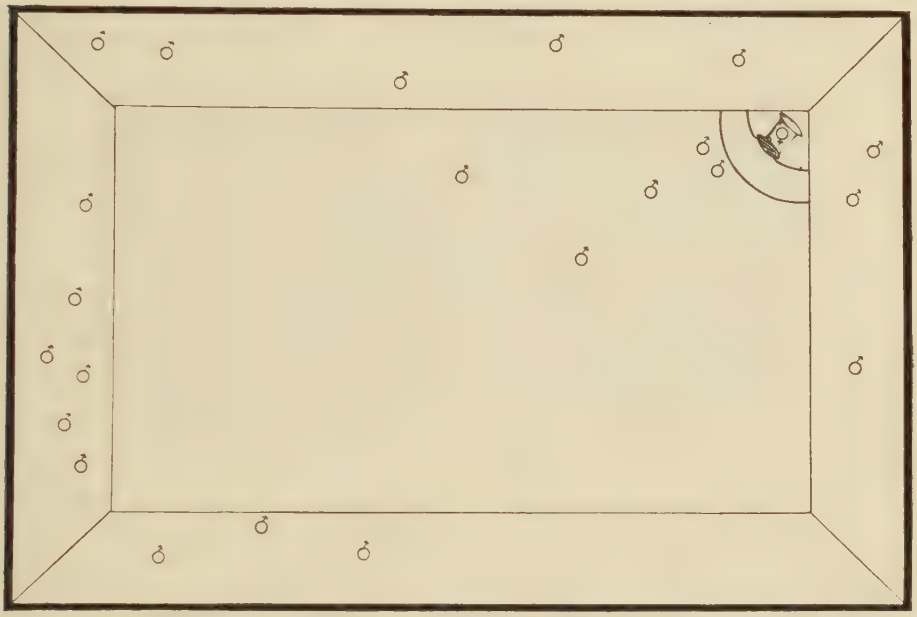


Abb. 7. Wie Abb. 6 in umgekehrter Anordnung. Auf die Weibchen sind keine Männchen bis zum Leimstreifen angeflogen. Verteilung auch sonst unregelmäßig.

dann wurde er abgebrochen. Auch dieser Versuch wurde in umgekehrter Anordnung wiederhohlt und zwar mit 20 zum größten Teil unbefruchteten (s. Fußnote[1]) Weibchen in dem mit Erbstüll verschlossenen Glase, während 20 ebenfalls zum größten Teil bisher nicht gepaarte Männchen an der gegenüberliegenden Ecke ausgesetzt wurden. Als nach neun Tagen das letzte Weibchen gestorben war, war noch kein einziges Männchen angeflogen, obwohl letztere im Gegensatz zu den Weibchen wiederholt zur Paarung schreiten.

Eine weitere Beobachtung bekräftigte diese Feststellung. In einem viereckigen Glaskasten von $32 \times 35 \times 8$ cm Größe wurde ein Halbrahmen

[1]) Aus technischen Gründen war es nicht immer möglich, für die Untersuchungen stets einwandfrei bisher nicht befruchtete Weibchen zur Verfügung zu haben.

mit Wabe aufgehängt. Auf der einen Seite der Wabe saß in der Mitte ein lebhaft mit den Flügeln schwirrendes Männchen. Ein bisher nicht zur Paarung gelangtes Weibchen, welches von oben her in das Glas gebracht wurde, fiel zuerst auf den Boden des Gefäßes. Bald darauf lief es an der vorderen Glaswand hoch, machte aber plötzlich in Höhe des schwirrenden Männchens halt und witterte lebhaft mit den Fühlern. Es lief dann gegenüber dem Männchen suchend hin und her, stets nach einer kurzen Strecke wieder umkehrend. Dann sprang es mit einem Satze neben das Männchen auf die Wabe und umtanzte es und baldigst erfolgte die Paarung.

Die Ergebnisse dieser Versuche beweisen die Anlockung der Weibchen der kleinen Wachsmotte von seiten der Männchen. Trotz der mehr-

Abb. 8. Männchen (links), Weibchen (rechts) in Kopula. Vergr. 5fach.

fachen Paarungsfähigkeit der Männchen erfolgte in keinem Falle ein Anflug zu den Weibchen.

Die Paarung selbst wurde in mehreren Fällen, wie folgt, beobachtet: Bringt man ein frisch geschlupftes Weibchen und ein ebensolches Männchen in eine Petrischale, deren Boden man, um den Tieren einen besseren Halt zu gewähren, mit einem kreisförmigen Stück Fließpapier bedeckt hat, so beginnen beide Tiere alsbald mit den Flügeln zu schwirren und sich einander zu nähern. Das Schwirren des weiblichen Falters wurde stets nur vor der Paarung, bei der Begegnung mit einem Männchen, und dann auch nur für kürzere Zeit beobachtet, während ja die männlichen Falter zur Duftverbreitung oft stundenlang schwirren. Unter starkem kreisförmigen Schwingen der Fühler besteigt das Männchen dann den Thorax des Weibchens und biegt sein Abdominalende mit dem Klammerorgan seitlich nach unten, bis das gleichzeitig seitlich aufwärts strebende Abdominalende des Weibchens erreicht ist. Ist dies von der einen Seite her nicht sofort möglich, wird es sogleich von der anderen Seite her versucht. Haben die Klammerorgane gefaßt, dann läßt das

Männchen den Thorax mit den Beinen los und klappt seitlich nach hinten herunter, wobei eine Drehung des Abdomens erfolgt, so daß beide Tiere hintereinander mit dem Rücken nach oben sitzen. Beim Umherlaufen des Weibchens wird dann das Männchen, welches die Beine anzieht, mit umher getragen (s. Abb. 8). Die Kopulation dauert 20—30 Minuten.

II. Eier.

Schon wenige Stunden nach der Paarung, in einigen Fällen schon nach einundeinerhalben Stunde, beginnt das Weibchen mit der Eiablage. Hierzu dient die fernrohrartig ausziehbare Legeröhre von etwa 4 mm Länge, welche an ihrem keulenförmigen Ende mit feinen Sinneshaaren besetzt ist (s. Abb. 9). Sie kann in allen Ebenen des Raumes gedreht werden und vollführt vor und zwischen der Eiablage kreisförmig tastende Bewegungen.

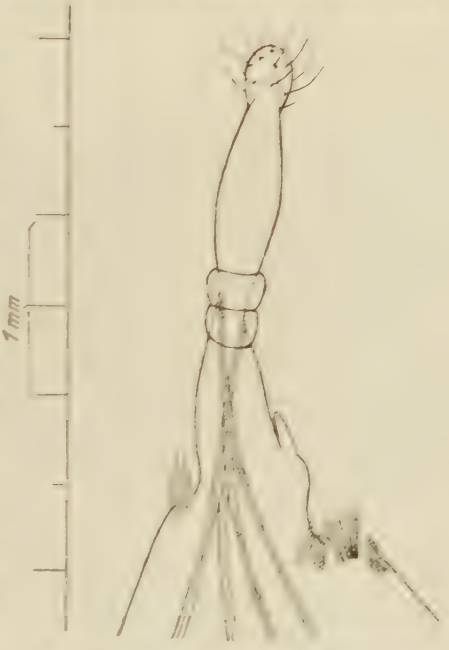


Abb. 9. Legeröhre des Weibchens. Vergr. 25fach.

Beim Austritt aus der Legeröhre sind die Eier von einer klebefähigen Schicht umgeben, welche sogleich an der Luft erstarrt und ihnen ein festes Anhaften an der Unterlage gestattet. Sie sitzen meist so fest, daß sie bei einem Versuch mechanischer Entfernung zerstört werden. Will man für bestimmte Versuche einzelne Eier gewinnen, so bringt man am besten mehrere Weibchen in kleine Petrischalen. Durch das Abflattern gelangt dann so viel Staub der Flügel in die Schale, daß die darauf abgelegten Eier zum größten Teil daran haften und nicht mehr an der Unterseite der Schale festkleben. Ohne Paarung kommt es bei den Weibchen zwar auch zum Teil zu einer Eiablage, die Eier vertrocknen aber nach kurzer Zeit. Eine parthenogenetische Eientwicklung kommt also bei Achroea ohne weiteres nicht vor.

Die Eier der kleinen Wachsmotte sind weißlich gelb und perlmutterartig glänzend. Ihre Länge beträgt durchschnittlich 0,33 bis 0,4 mm bei 0,2 bis 0,3 mm Breite. Ihr mittleres Gewicht beträgt 0,024 mg. Die Form der Eier wechselt nach der Art der Eiablage. Erstens können die Eier einzeln abgelegt werden. Wir finden dann ovale, zitronenartige Formen. Die Ablage einzelner Eier erfolgt meist dann, wenn den Faltern altes Wabenwerk in Glashäfen zur Verfügung gestellt wurde. Die Weibchen

gehen von Zelle zu Zelle und legen nach und nach in weiteren Abständen ihre Eier, wobei sich die Ablage auf mehrere Tage erstreckt. Zweitens werden aber auch die Eier in Fugen und Spalten innerhalb oder außerhalb der Bienenstöcke untergebracht. In diesem Falle findet man zusammenhängende Gelege, die sich zum Teil aus einer dicht nebeneinander liegenden Schicht, zum Teil sogar aus zwei übereinander liegenden Schichten zusammensetzen. Hierbei finden sich dann unregelmäßige Formen, die zum Teil flach und an den Rändern höher als in der Mitte sind (s. Abb. 10). Die Zeit der Ablage eines solchen zusammenhängenden Eihaufens beträgt nur etwa 2 bis 3 Stunden.

Die Zahl der abgelegten Eier schwankt zwischen 15 und 460 Stück, wobei allerdings 250 bis 300 die überwiegend vorkommenden Zahlen sind. Die Entwicklungsdauer ist wie immer von der Temperatur abhängig. Nähere Angaben hierüber finden sich in dem Abschnitt „Entwicklung bei verschiedenen Temperaturen". Es schlüpfen z. B. die Jungraupen bei 30° fünf Tage, bei 26° sieben Tage, bei 24° neun Tage und bei 20° zehn Tage nach der Eiablage. Bei 16° dauert die Eientwicklung bereits 22 Tage, während bei tieferen Temperaturen die Eier zwar selbst bei vierwöchentlicher Aufbewahrung äußerlich keine Veränderung zeigen, bei Überführung in Zimmertemperatur jedoch nach wenigen Tagen eintrocknen. Auf Grund dieser Feststellung ist eine Überwinterung der Eier, wie sie Zander (l. c.) angegeben hat, nicht sehr wahrscheinlich, ja sogar wohl unmöglich. Auch bei Temperaturen über 30,5° erfolgt keine normale Entwicklung, d. h. bis zum Schlüpfen der Larve, mehr, sondern die Eier trocknen nach wenigen Tagen ein.

Abb. 10. Eigelege von Achroea. Vergr. 6fach.

Bei einer Zimmertemperatur von durchschnittlich 20° C zeigte sich am fünften Tage die superfizielle Furchung, nach zwei weiteren Tagen eine deutliche Differenzierung des Zellinneren und am zehnten Tage sah man die Kopfkapsel der Larve durch die Eihülle hindurchschimmern. Innerhalb von acht Stunden waren sämtliche Raupen aus einem Gelege von etwa 250 Eiern geschlüpft.

III. Larven.

Zum Zwecke des Schlüpfens durchbeißen die jungen Larven mit ihren kräftigen Mandibeln die Eihülle, ohne diese selbst zu verzehren. Sie kriechen heraus und begeben sich sofort auf Nahrungssuche (s. Abb. 11). Ihre Körperfarbe ist weiß, die Kopfkapsel hellbraun.

Ihre Länge beträgt 0,5 mm. Den erwachsenen Larven ähneln sie bereits völlig und haben wie diese dreizehn Körpersegmente. Im ersten und im bald darauf folgenden zweiten Larvenstadium haben sie die eigentümliche Fähigkeit, sich bei Berührung oder Erschütterung der Unterlage kugelförmig zusammenzurollen. In den ersten Wochen tritt die Größenzunahme der Jungraupen nur wenig in Erscheinung. Erst nach der fünften oder sechsten Häutung (10 wurden bei Zimmertemperatur beobachtet) macht sich ein schnelleres Wachstum bemerkbar. Das Verhältnis der erwachsenen Raupe in bezug auf die Größe zur frischgeschlüpften ist wie 1 : 32, da die Durchschnittslänge der ersteren 16 mm bei 2,3 mm Breite beträgt (s. Abb. 12).

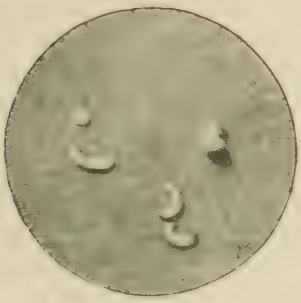


Abb. 11.
Jungraupen nach dem Schlüpfen.
Vergr. 8fach.

Das Durchschnittsgewicht ist 0,024 g. (Durch besondere Ernährung hervorgerufene Abweichungen s. S. 327.)

Im ausgewachsenen Zustande ist die Farbe der Raupen schmutzigweiß bis gelb, wobei das Rückengefäß und der Darm deutlich durchschimmern. Der feinbehaarte Kopf ist hellbraun mit dunkleren Flecken und trägt zwei kräftige schwarzbraune Kiefer. Seitlich finden sich zwei schwarze Augen, links und rechts von der Mundöffnung enden zwei Spinndrüsen. Die Segmente des Körpers tragen vereinzelte feine, und dazwischen nur wenige längere Haare. Die Tracheenöffnungen befinden sich an beiden Seiten des ersten und des vierten bis elften Segmentes.

Abb. 12. Ausgewachsene Raupen. Vergr. 6fach.

Wie bereits oben erwähnt, schreiten die jungen Raupen nach dem Schlüpfen sogleich zur Nahrungssuche und beginnen, sobald sie eine Wabe erreicht haben, sofort mit der Fraßtätigkeit. Innerhalb von Zuchtgläsern dürfte die Nahrungsaufnahme fortlaufend erfolgen, während sie im Bienenstocke wohl hauptsächlich nachts vor sich geht. Zu ihrem Schutze verfertigen sich die Raupen Wohngespinste zweierlei

Art. Im ersten Falle durchfrißt die Larve in langen geraden Gängen die Wabe und kleidet die Fraßgänge mit Gespinst aus (s. Abb. 13). Nur selten wird bei derartigen Fraßgängen die Mittelwand der Wabe durchbrochen, meist nur in Größe einer Wabenzelle und dann auf der anderen Seite als Gang geradlinig fortgesetzt. Diese Art, sich in den Waben anzusiedeln, erfolgt entweder in den Vorräten alter Waben der Imker oder in Bienenstöcken, deren Völker nicht imstande sind, sich der Wachsmottenplage zu erwehren (s. weiter unten). Ganz anders geartet ist die Fraßtätigkeit der großen Wachsmotte, deren Larven zu mehreren an einer Stelle der Wabe fressen, diese völlig durchlöchern und mit dichteren Gespinsten durchziehen

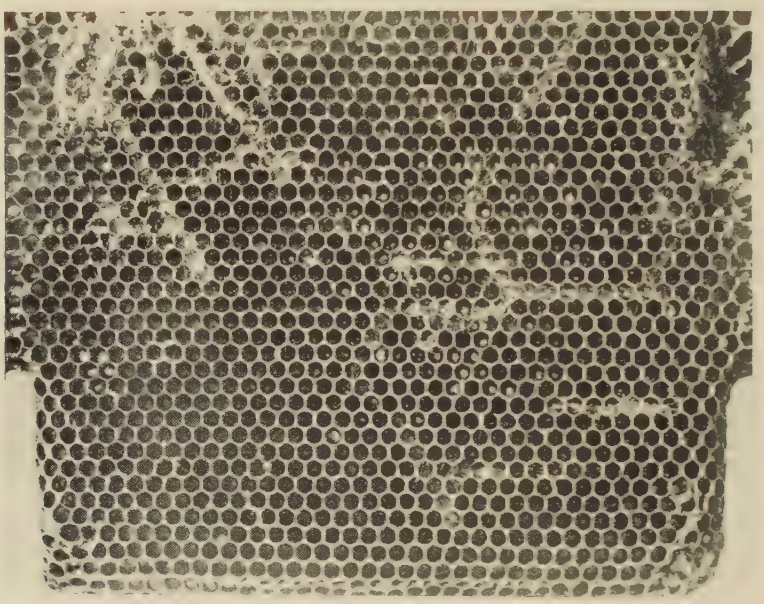


Abb. 13. Brutwabe mit Fraßgängen der kleinen Wachsmotte. $^1/_2$ der nat. Größe.

(s. Abb. 14). Schon auf Grund dieser Fraßbilder ist der Kenner in der Lage zu entscheiden, welcher von beiden Schädlingen allein oder auch beide zusammen in seinen Bienenstöcken auftreten.

Im zweiten Falle wird das Wohngespinst der Raupe außerhalb der Wabe angelegt. Es handelt sich hierbei um einen tunnelförmigen Gespinstgang, welcher mit besonderer Vorliebe an den Ecken der Wände oder des Bodens im Bienenstocke oder auch außerhalb desselben angelegt wird. Dieser Gang wird zum Schutze mit allerlei Bröckchen von Kot oder Wachsabfällen von außen beklebt. In seinem Inneren kann sich die Larve ebenso wie in den oben erwähnten Fraßgängen innerhalb der Wabe mit gleicher Geschwindigkeit vorwärts und rückwärts bewegen. Bei stärkerem Auftreten in Bienenstöcken, besonders aber in Zuchtgläsern fertigen oft mehrere Raupen gemeinsame Fraßgänge an, welche dann dicht

mit Kotpartikeln beklebt werden (s. Abb. 15). (Ein geselliges Leben der Raupen der kleinen Wachsmotte wurde trotz dieser Gemeinschaftsgänge niemals beobachtet. Bei zufälliger Begegnung greifen sie sich vielmehr mit aufgesperrten Kiefern an, ziehen sich aber nach diesem Angriff möglichst bald wieder zurück.) Wie bereits angedeutet, hält sich die Larve am Tage in ihrem Gespinstgange auf und sucht des Nachts an einer oft über zehn Zentimeter entfernten Stelle ihr Futter auf und kehrt in den Gang zurück. Auch das Bekleben des Ganges mit neuen Abfallteilchen und seine Vergrößerung nach Bedarf erfolgt des Nachts.

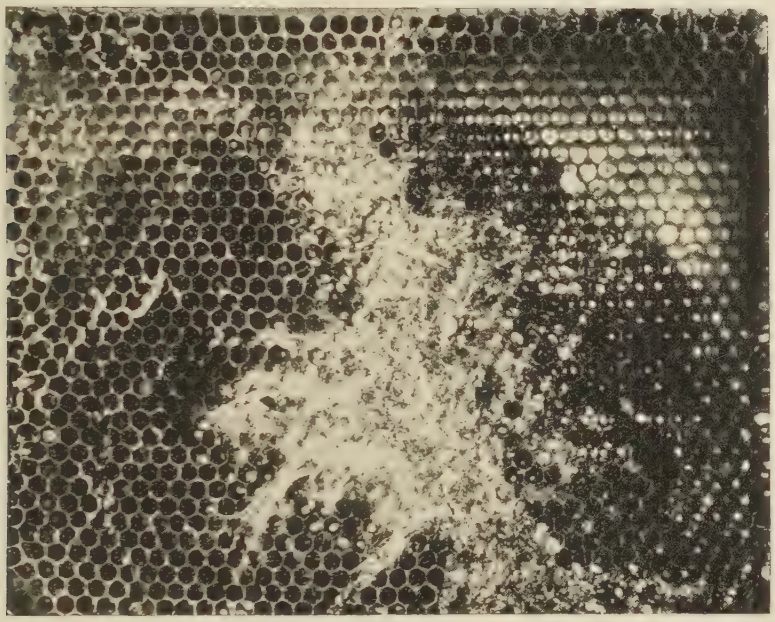


Abb. 14. Brutwabe mit Gespinst der großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* F.). 1/2 der nat. Größe.

Beim Durchfressen der Wabe nimmt die Larve die ganze Wabensubstanz zu sich, ohne dabei eine besondere Vorliebe für etwaigen Inhalt von Zellen, wie etwa Pollen, zu zeigen. Einzelheiten über die Ernährung der Raupe werden noch in dem Abschnitt über „Nahrungsaufnahme" angegeben werden. Die tägliche Fraßmenge von fast erwachsenen Raupen bei Zimmertemperatur wurde in mehreren Versuchen an je hundert Stück als Durchschnittswert ermittelt. Sie beträgt pro Tag und Raupe 7,52 mg Wabensubstanz.

Wie bei vielen Schmetterlingsraupen vollzieht sich auch bei der Larve von *A. grisella* die Nahrungsaufnahme schnell und ebenso die Kotentleerung. Was im einzelnen aus der Wabe durch die Verdauung aufgenommen wird, läßt sich nur sehr schwer feststellen. Über spezifische wachsspaltende Enzyme und Fermente wurden von Metalnikov und

Toumanoff eingehende Untersuchungen angestellt. Aus dem Kot läßt sich jedoch unschwer der unverdaute Wachsanteil einigermaßen quantitativ ermitteln. Wenn auch der Wachsgehalt der Waben, wie wir weiter unten sehen werden, zwischen 99% und 40% schwankt, so läßt sich doch das aus dem Kot wiedergewonnene Wachs in jedem Falle gewichtsmäßig bestimmen.

Um dies durchzuführen, wurden zweierlei Versuche angestellt. Im ersten Falle wurden 65 g Kot aus einer normalen Kultur, welche reichliche Waben als Futter (alte Brutwaben mit etwa 40—80% Wachsgehalt) enthielt, herausgenommen. Diese 65 g wurden nun wiederholt mit siedendem Alkohol und Äther extrahiert, im Dampftrichter filtriert und das Filtrat eingedunstet und getrocknet. Der unlösliche, kein Wachs mehr

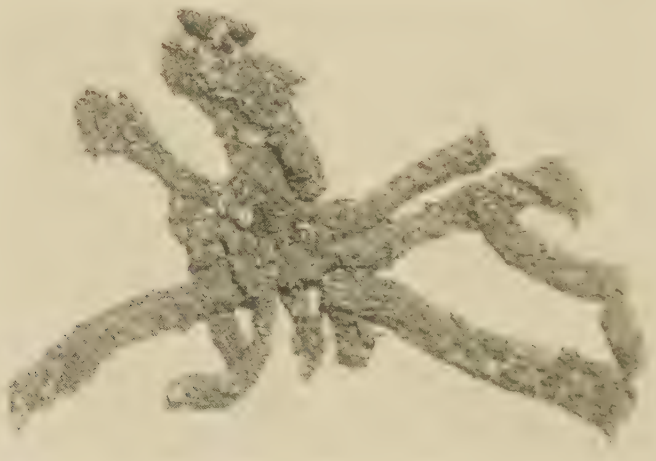


Abb. 15. Mit Kotteilchen beklebte Fraßgänge außerhalb der Wabe. Nat. Größe.

enthaltende, Rückstand wog nach dem Trocknen 25 g oder 37,5% des Ausgangsmaterials. Das Gewicht des aus dem Kote wiedergewonnenen Wachses betrug 40 g oder 62,5%. Nimmt man den Durchschnittswachsgehalt der verwandten Futterwaben mit etwas mehr als 60% an, und erhält beim Ausrechnen für das wiedergewonnene Wachs ebenfalls 60%, es ergibt sich nur ein geringer Verbrauch an tatsächlichem Wachs bei der Verdauung. Einen Vergleichsmaßstab für diese Verhältnisse gibt uns die Abbildung 16. Es folgt also hieraus, daß bei der Nahrungsaufnahme der Raupen der Wachsbestandteil der Brutwaben nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Daß aber doch eine gewisse Wachsmenge von den Raupen verbraucht wird, zeigt ein zweiter Versuch. Hier wurde der gleiche Versuch mit Raupenkot wiederholt, welcher aus einem später zu beschreibenden Freilandversuch (s. S. 333) stammte und von den Raupen aus Mangel an Wabensubstanz wiederholt durchfressen war. Schon äußerlich machten

die viel helleren Einzelteilchen einen weit spröderen und trockenen Eindruck als solche aus normalen Zuchten, wo den Raupen ausreichendes Wabenmaterial zur Verfügung steht. Von 100 g Ausgangsmaterial blieben in diesem Falle, bei der gleichen Behandlung wie oben, 67 g wachsfreier Rückstand übrig bei 33 g alkohol- und ätherlöslichen Bestandteilen. Von diesen verblieben allerdings nur 22 g schmelzbares Wachs, da sich 11 g mit Wasser auswaschen ließen. Diese 11 g stellen wahrscheinlich ein fermentativ abgebautes Produkt des Wachses dar, welches schon so weit verändert war, daß es sich zwar mit Wasser auswaschen ließ, nicht aber darin völlig, sondern wahrscheinlich nur kolloidal löste.

Stellt man die beiden Versuchsergebnisse gegenüber, so ergibt sich folgender Befund. In dem Kot normal ernährter Raupen wurde nur etwas weniger Wachs wiedergefunden als in dem zum Füttern verwandten Ausgangsmaterial selbst. Bei dem wiederholt durchfressenen Kot wurden nur 22% unverdaute Wachsbestandteile wiedergefunden, ein Zeichen, daß beim Fehlen anderweitiger Nahrung von den Raupen fortlaufend ein Teil des vorhandenen Wachses zum Körperaufbau verbraucht wurde. Über die Aufzucht von Raupen mit nur diesem aus Kot wiedergewonnenen Wachse und über die Möglichkeit, sie mit Wachs und auch mit wachsfreien Stoffen aufzuziehen, finden sich in den späteren Abschnitten „Nahrungsaufnahme“ (s. S. 331) noch nähere Angaben.

Abb. 16.
Links: Ausgangsmaterial, Kot der kleinen Wachsmotte; Mitte: unlöslicher Rückstand; rechts: wiedergewonnenes Wachs.

IV. Puppen.

Zur Verpuppung verlassen die ausgewachsenen Raupen, welche nunmehr durch das Fehlen des Darminhaltes einheitlich weißgelb erscheinen, ihre Fraßgänge und spinnen sich einen Kokon. Dieser besteht im Gegensatz zu ersteren, welche nur einige lockere Gespinstfäden mit Abfall-

teilchen beklebt darstellen, aus mehreren sehr festen und widerstandsfähigen Gespinstlagen. Die Anlage des Kokons vollzieht sich auf mehrfache Weise. Entweder wird er innerhalb des Stockes, in einer Wabe oder in Fugen und Winkeln angebracht oder die Raupe verläßt den Stock und verspinnt sich an den in manchen Stöcken befindlichen Filzplatten oder sonst außerhalb des Stockes. Hierbei zeigen sich folgende Eigentümlichkeiten. Der Kokon wird ebenso wie die Fraßgänge mit Kot oder Wachsteilchen beklebt (s. Abb. 17), und zwar je nach der erreichbaren Menge dichter oder lockerer.

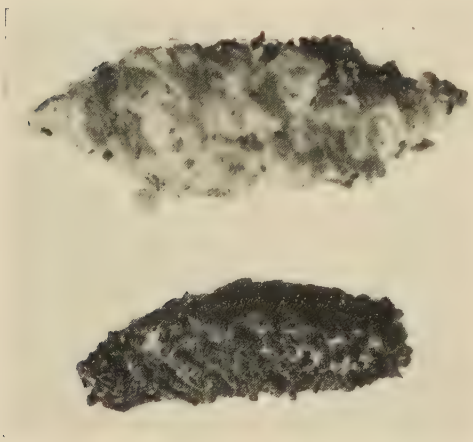


Abb. 17. Kokons, oben mit Wachsteilchen, unten mit Kotteilchen beklebt. Vergr. 3,5fach.

Es findet also hier ein Materialtransport durch die Raupe statt, bei welchem sie bis zu 15 cm weit einzelne Bröckchen herbeiträgt. Der Kokon selbst besitzt am Vorderende eine schlitzförmige Öffnung, durch welche die Raupe nachts denselben verläßt, um das Beklebungsmaterial herbeizuschaffen. Nur in solchen Fällen, wo der Kokon sich hoch über dem Boden be-

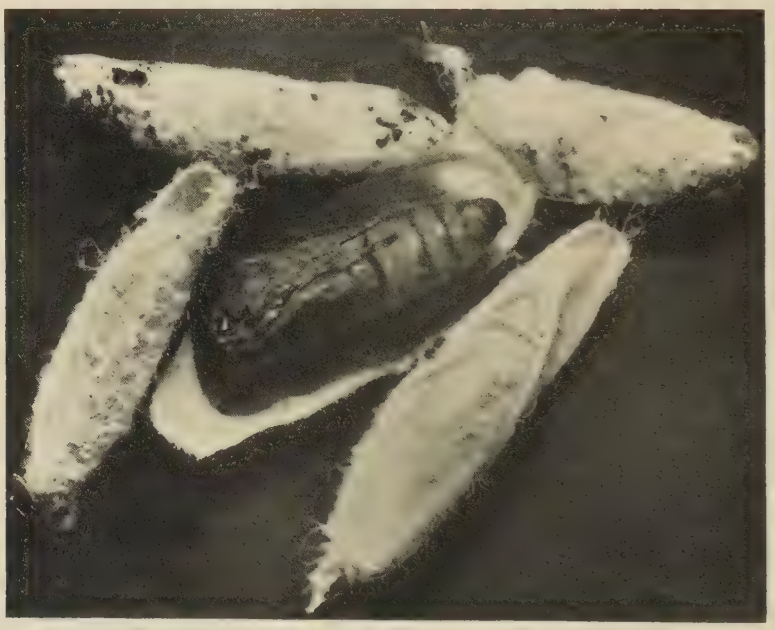


Abb. 18. Kokons, frei von Beklebung. Die aufgeschnittene Hülle läßt die Form der Puppe erkennen.

findet, also der Transport eine zu weite Strecke einnehmen würde, wird von einem Bekleben mit Abfallteilchen abgesehen (s. Abb. 18). Die oben erwähnte Öffnung des Kokons wird von der Raupe erst kurz vor der Verpuppung mit Gespinst verschlossen. Das Schlüpfen durch diese findet im Gegensatz zu Galleria aber nur ausnahmsweise statt, es erfolgt meist durch eine etwa 1 mm unter dem apikalen Pole liegende, rundliche vom Falter beim Schlüpfen hergestellte Öffnung.

Schneidet man den Kokon auf, so findet man die gelbbräunliche, 9—12 mm lange Puppe (s. Abb. 18). Ventral zeigt sie eine mehr gelbliche Farbe, während dorsal in der Längsrichtung ein dunkelbrauner Streifen verläuft. Das Schlüpfen des Falters erfolgt unter Zurücklassung der nur vom Kopf bis zur Brust geplatzten Exuvie (s. Abb. 19). Entfernt man Puppen vor dem Schlüpfen auf dem Gespinstkokon, so schlüpfen oft Falter mit verkrüppelten Flügeln. Das kommt wahrscheinlich daher, daß der Falter beim Schlüpfen aus der glatten Puppe ohne Gespinsthülle keinen genügenden Halt findet.

Abb. 19.
Puppenexuvien nach dem Schlüpfen der Falter. Links Männchen, rechts Weibchen. Vergr. 3,5fach.

Die Dauer der Puppenruhe beträgt bei einer Zimmertemperatur von 18—22° durchschnittlich 14 Tage, bei Temperaturen von 28—30° nur noch 5—8 Tage. Eingehendere Angaben über die verschiedenen Schlüpfzeiten und das Verhalten der Puppen bei verschiedenen Temperaturen finden sich in den betreffenden Abschnitten.

V. Einiges über die Nahrungsaufnahme der Raupen und über ihre Nahrung, das Wachs.

Die Untersuchungen über die Fraßtätigkeit der Raupe der kleinen Wachsmotte wurden hier nur so weit es nötig erschien durchgeführt. Von einem Eingehen auf rein ernährungsphysiologische Vorgänge, wie die Verdauung der einzelnen aufgenommenen Substanzen, Isolierung von wachsspaltenden Enzymen und die Resorption wachsartiger Stoffe durch den Darmkanal wurde abgesehen. Von Interesse erschien in der Hauptsache die Feststellung, welche Stoffe im Bienenstock überhaupt bezw. in der Wabe auf die Wachsmotten besonders anlockend wirken oder als Nahrung bevorzugt werden, um auf Grund dieser Feststellungen eine Bekämpfungsmöglichkeit herauszufinden.

Über die Ernährung der Wachsmottenlarven finden sich bei Biedermann in Winterstein (24) etwa folgende Ausführungen, welche, wie wir weiter unten sehen werden, nur zum Teil ihre Richtigkeit haben:

„Die Raupe der kleinen Wachsmotte ernährt sich vom Wachs der Wabe, wobei schon lange beobachtet ist, daß Waben mit Hüllen von Bienenpuppen bevorzugt werden. Es wurde andererseits behauptet, daß dieselben auch bei Fütterung mit reinem Wachs zu gedeihen vermögen, und Rauschenfels will Entwicklung der Wachsmotte in Stöcken von künstlichen Waben, die nichts enthielten als reines Wachs, beobachtet haben. Die Versuche von Sieber und Metalnikov haben nun ergeben, daß bei Fütterung mit reinem Wachs die Raupen der Wachsmotte nicht wachsen und an Gewicht zunehmen, sondern sich bald verpuppen und entsprechend kleine Schmetterlinge liefern. Gleichwohl bedürfen sie aber des Wachses unter allen Umständen und können mit N-haltigen Substanzen allein nicht ernährt werden. Schon 1822 hat Dönhoff Raupen der Wachsmotte in eine Schachtel gebracht, welche bloß Wachs enthielt, andere setzte er in solche, in der sich nur Blütenstaub befand und wieder andere brachte er mit Wachs und Pollen zusammen. Die Larven der beiden ersten Schachteln fraßen wenig, spannen in den ersten Tagen lockere Gänge und hörten dann auf zu spinnen. Sie wuchsen nicht und starben nach einigen Monaten. Die Larven der dritten Schachtel spannen dichte Gänge, wuchsen, verpuppten sich und verwandelten sich in Schmetterlinge. Es erhebt sich daher die interessante Frage, welche Rolle das Wachs im Stoffwechsel dieser Raupen spielt, und welche chemischen Veränderungen es im Darmkanal derselben erleidet. Sicher wird ein Teil davon gelöst, während ein kleinerer Teil in den Exkrementen entleert wird, in den letzteren fanden sich nur 28% Wachs, während die Waben davon 60% enthalten. So erklärt sich, daß im äußersten Notfalle der Bedarf an Wachs dadurch gedeckt wird, daß die Raupen ihre eigenen Exkremente verzehren. Die Bemühungen, ein wachsspaltendes Enzym zu isolieren, sind bisher leider erfolglos geblieben, dagegen konnten Sieber und Metalnikov eine proteolytische Wirkung auf rohes Fibrin bei alkalischer und neutraler Reaktion sowie von Verzuckerung von Stärke, Kleister und Spaltung von Fetten nachweisen."

Über die chemische Zusammensetzung des Wachses finden wir bei Biedermann (l. c.) etwa folgende Angaben (im Auszug), welche im allgemeinen in der sonstigen zoologischen oder physiologischen und chemischen Literatur bestätigt sind:

„Nachdem die aus den Bienenstöcken entnommenen Waben durch Abschleudern und Auspressen von Honig befreit sind, werden sie in heißem Wasser geschmolzen. Das nach Erkalten von der Oberfläche abgenommene, nochmals geschmolzene Wachs stellt das sogenannte gelbe oder genuine Wachs dar. Es bildet eine gelb gefärbte, etwas durchscheinende, in der Wärme in der Hand erweichende Masse von angenehmem honigartigen Geruch und schwachem etwas balsamischen Geschmack. Sein Schmelzpunkt liegt zwischen 63,5 und 64,5° C, sein spezifisches Gewicht liegt zwischen 0,960 und 0,970 bei 15° C. Schon den älteren Autoren war die Trennbarkeit des Wachses in das in heißem Alkohol lösliche Cerin und in das unlösliche Myricin bekannt. Jedoch gelang es erst späteren Forschern, die chemischen Verhältnisse klarzustellen. Danach besteht das Cerin in der Hauptsache aus der Cerotinsäure, während das Myricin den Palmitinsäureester des Myricilalkohols darstellt. Daneben enthält das Bienenwachs noch Kohlenwasserstoffe, Alkohole, kleine Mengen von Cholesterinestern, von Stearin bezw. Stearinsäure und Säuren der Ölsäurereihe. Kalter Alkohol nimmt aus dem Wachse nur eine äußerst geringe Menge der Cerotinsäure auf, kochender löst die gesamte Cerotinsäure und etwas Myricin. In warmem Äther ist das Bienenwachs leicht löslich, scheidet sich aber beim Erkalten wieder teilweise aus. An verdünnte Alkalien gibt es nichts ab, wird aber von alkoholischer Kalilauge verseift."

Über den chemischen Aufbau und die allgemeinen Zusammensetzung der Wabe sind in der Literatur kaum Angaben zu finden, und doch kommt gerade die Bienenwabe als solche in weit höherem Maße als

Nahrung für die Larve der Wachsmotte in Frage, als die in ihr enthaltenen mehr oder weniger gut bestimmbaren Wachsbestandteile. Im allgemeinen lassen sich im Bienenstocke zweierlei Arten von Waben unterscheiden. Erstens die Honigwabe von weißlich-gelber Farbe, besonderer Dünnwandigkeit der Zellen und großer Sprödigkeit des Materials. Zweitens die Brutwaben, zuerst in gleicher Weise angelegt wie die Honigwaben, aber meist schon etwas dunkler in der Färbung. Diese Brutwaben werden dann später durch die sich fortlaufend darin entwickelnde Brut immer dunkler, bis sie zuletzt eine fast schwarzbraune Farbe annehmen. Gleichzeitig verdicken sich ihre Zellwandungen mehr und mehr, teils durch die Gespinsthüllen der Bienenpuppen bedingt, teils durch die Exkretionsstoffe der Bienenlarven, wodurch auch die schwarzbraune Farbe der Waben zustande kommt. Naturgemäß ist hierdurch der prozentuale Wachsgehalt von leeren Honigwaben ein weit höherer als von leeren Brutwaben.

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß sich zwischen frisch angelegten Waben eines Schwarmes (sog. „Jungfernwaben“) und alten schwarzbraunen Brutwaben, deren Zellumina durch die große Zahl von Puppengenerationen immer enger werden, so daß sie zuletzt keine normale Nachzuchtmöglichkeit mehr bieten, die verschiedenartigsten Prozentsätze an Wachsgehalt vorfinden. Deswegen ist es auch unmöglich, für die prozentuale Zusammensetzung der Wabe als solcher an Wachs auch nur annähernd vollgültige Zahlen anzugeben.

Um nun einen allgemeinen Überblick über den Wachsgehalt von Bienenwaben zu erhalten, wurden zunächst die beiden folgenden Untersuchungen vorgenommen.

100 g leere Jungfernwaben, an welchen — nebenbei erwähnt — eine normale Aufzucht der kleinen Wachsmotte nicht möglich ist, wurden wiederholt mit siedendem Alkohol-Äther extrahiert und filtriert. Auf dem Filter blieb ein Rückstand von 0,003 g unlöslichen wachsfreien Bestandteilen, deren Zusammensetzung nicht ohne weiteres feststellbar war, und 99,997 g schmelzbares Wachs.

Ferner wurden alte schwarzbraune Brutwaben, welche bereits zehn Puppengenerationen beherbergt hatten, gleichfalls einer Untersuchung auf ihre prozentuale Zusammensetzung unterworfen. Hierbei handelte es sich um solche Waben, wie sie normalerweise zur Aufzucht der Wachsmotten mit Erfolg verwandt wurden. Der Analysengang war hierbei wie folgt. 100 g Brutwaben wurden zuerst mit der Hand zerkleinert und einige Minuten im Rundkolben am Rückflußkühler mit siedendem Wasser extrahiert, nachgewaschen und filtriert. Das bräunliche Filtrat und die Waschwässer wurden eingedampft und ergaben als Rückstand eine braune Masse von hoher Viskosität, strengem Geruche und scharfem Geschmacke. Diese Substanz besteht wahrscheinlich aus den Stoffwechselprodukten der Larve, welche in den verschiedenen Schichten der Puppenhüllen auf-

gesogen waren und von den Bienen bei der Zellreinigung vor erneuter Eiablage nicht mitentfernt werden können. Dieser wasserlösliche Anteil der Wabe betrug 22,5% des Ausgangsmaterials. Der nach der Wasserextraktion auf dem Filter verbliebene Rückstand wurde darauf mit siedendem Alkohol wiederholt extrahiert, nachgewaschen, filtriert und das Filtrat gleichfalls eingedampft. Es ergab ein gelbbraunes, festes Wachs von schwach aromatischem Geruche. Dieser alkohollösliche Anteil der Wabe betrug 27,5%. Der nunmehr auf dem Filter verbleibende Rückstand wurde wiederholt mit siedendem Äther extrahiert, filtriert und

Abb. 20. Bienenpuppenhüllen aus Brutwaben, chemisch isoliert. Nat. Größe.

das Filtrat gleichfalls eingedampft. Es verblieb ein hellgelber, wachsartiger Restkörper von weicher Beschaffenheit und unangenehm stechendem Geruche. Dieser ätherlösliche Anteil betrug 17,5% der Gesamtsubstanz. Der nunmehr auf dem Filter verbleibende Rest erwies sich als unlöslich in organischen Lösungsmitteln. Er bestand fast ausschließlich aus Puppenhüllen (s. Abb. 20) neben ganz geringen Pollenmengen. Dieser unlösliche Rest betrug 32,5% der Brutwaben.

Aus dieser Wabenanalyse geht hervor, daß der Waschgehalt von Bienenwaben (schlechthin) zwischen 45 und 99,99% schwanken kann. Deswegen ist es auch wie oben erwähnt nicht möglich, konstante Daten über die chemische Zusammensetzung der Wabe anzugeben.

Es wurde nunmehr eine größere Anzahl von Untersuchungen angestellt, in welchen jüngeren Wachsmottenlarven verschiedenartige Stoffe, die zum größten Teil dem Bienenstocke entstammten, als Nahrung vorgesetzt wurden. Gleichzeitig wurden Kontrollversuche angesetzt, bei welchen gewöhnliche Brutwaben als Futter dienten. Die Ergebnisse dieser Versuche sollten zur Klärung der Frage beitragen, welche Stoffe von den Larven der Wachsmotte einerseits bevorzugt und andererseits unbedingt benötigt würden. Gleichzeitig sollten die Versuche eine Nachprüfung der verschiedenen in der Literatur vorkommenden Angaben über die Nahrungsaufnahme der Wachsmottenraupe ermöglichen.

Die Versuche über die Nahrungsaufnahme der Achroearaupe wurden in verschiedenen Reihen durchgeführt und zwar während des Sommers und auch während des Winters. Im Sommer vollzog sich die Entwicklung von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Falter in etwa $2^1/_2$ bis 3 Monaten, während sie im Winter trotz Einstellen der Zuchten in einen Wärmeschrank von 25° C konstant etwa 5 Monate beanspruchte. Diese langsamere Entwicklung während des Winters beeinträchtigte aber die Beobachtung der Ergebnisse in keiner Weise, sie ließ sogar oft eine bessere Beobachtung von Einzelheiten zu.

Wie oben erwähnt, wurden als Versuchstiere stets jüngere Larven des dritten oder vierten Stadiums verwandt, um so eine Gewähr für eine tatsächliche Weiterentwicklung an dem dargebotenen Futter zu erlangen. Es besteht nämlich die Möglichkeit, wie vielfache Beobachtungen lehrten, daß noch nicht ausgewachsene Raupen, etwa solche des siebenten oder achten Häutungsstadiums ein ihnen dargebotenes Futter verschmähen. Sie legen aber trotzdem Gespinstgänge an, verpuppen sich nach einiger Zeit und liefern beim Schlüpfen zwerghafte Falter. — Zu jedem Einzelversuch wurden 25 Raupen den Stammkulturen entnommen und mit Stückchen der betreffenden Nahrungssubstanz in Petrischalen gehalten. Gleichzeitig wurden bei allen Versuchsreihen Kontrollversuche angesetzt, wobei den Tieren die üblichen Brutwabenstücke als Futter gereicht wurden.

Reihe A.

In der ersten Reihe A wurden den Raupen diejenigen Stoffe als Nahrung dargeboten, welche sich normalerweise im Bienenstocke vorfinden und zwar

1. gewöhnliche Brutwaben,
2. auskristallisierter Honig,
3. tote Bienen und
4. wachsfreier Pollen.

1. Da gewöhnliche Brutwaben wie bekannt den normalen Ernährungsstoff der Raupen darstellen, entwickelten sich daran normale Stücke. Die ersten Falter schlüpften allerdings erst nach fünf Monaten, da diese Versuche wie oben erwähnt im Winter durchgeführt wurden.

2. Es wurde den Larven auskristallisierter Honig vorgesetzt. Irgendwelcher Fraß wurde nicht beobachtet, die Tiere gingen nach wenigen Tagen ein.

3. Es erhielten die Tiere tote Bienen in ihre Zuchtschalen. Auch hier fand keine Nahrungsaufnahme statt; die Raupen gingen nach kurzer Zeit zugrunde.

4. Es wurde den Raupen reiner wachsfreier Pollen aus den Vorratszellen der Bienen als Nahrung gereicht. Hierin legten die Raupen im Gegensatz zu ihrer sonstigen Gewohnheit nur sehr kurze Fraßgänge an (Röhren von Körperlänge) und zeigten nach kurzer Zeit ein erheblich stärkeres Wachstum als die Kontrolltiere an Waben. Die ersten Falter, die sich gleichfalls durch besondere Größe auszeichneten, schlüpften trotz des Winters bereits nach drei Monaten. Die Falter kopulierten normal und auch die erste Nachkommengeneration, welche wiederum an Pollen aufgezogen wurde, zeigte völlig normale Tiere. Diese Ergebnisse überholen die Angaben Biedermanns im Winterstein (l. c.), nach welchen eine normale Falterentwicklung in reinem Pollen unter jeglicher Ausschaltung einer Spur von Wachs unmöglich sein sollte.

Hierbei ist noch zu erwähnen, daß nach verschiedenen Untersuchungen der von den Bienen in die Zellen eingebrachte Pollen als peptonisiert angesehen werden muß, also gegenüber dem natürlichen Pollen bereits eine weitgehende chemische Veränderung erlitten hat. Bekannt ist ja auch der süße Geschmack der Pollenhöschen der Sammelbienen. Um dies zu erhärten, wurde in einem Gegenversuch eine größere Menge reiner Haselnußpollen gesammelt. Hieran wurden sowohl aus dem Versuch mit peptonisiertem Pollen stammende Larven als auch solche aus gewöhnlichen Zuchten gesetzt. Sämtliche Larven waren schon nach wenigen Tagen tot und vertrocknet, ein Beweis dafür, daß nicht peptonisierter Pollen den Larven keine Weiterentwicklungsmöglichkeiten bietet.

Reihe B.

In der Reihe B wurden 100 jüngere Achroealarven in ein Glasgefäß gesetzt, in welchem sich ein größeres Stück einer alten Brutwabe mit Honig befand. Durch das Ausschneiden dieses Stückes aus der ganzen Wabe war es überall mit Honig überzogen. Infolgedessen mußten die Raupen etwas Honig mitfressen, wenn sie in die Wabe einzudringen und darin ihre Fraßgänge anlegen wollten. Deswegen bauten sie ihre Wohngespinste an den Glaswänden und gingen sicher nur des Nachts auf Nahrungssuche, denn am Tage saßen die Tiere stets in ihren Wohngängen. Im Versuche A 2 war erwähnt worden, daß eine Aufzucht der kleinen Wachsmotte an auskristallisiertem Honig nicht möglich war. Nun ließ sich bei der jetzt vorliegenden Versuchsanordnung für die Raupen das Mitfressen geringer Honigmengen bei ihrem Verzehren des Wabenwerkes nicht vermeiden. Als Folgen dieser unfreiwilligen Zusatznahrung zeigte

sich bei den Raupen, welche im übrigen in der gleichen Zeit heranwuchsen wie zur Kontrolle nur mit reinen Waben gefütterte, eine beträchtliche Größenzunahme. So betrug z. B. kurz vor der Verpuppung das Durchschnittsgewicht einer so gefütterten Raupe 0,0594 g, also weit mehr als das Doppelte normal gefütterter Raupen. Auch die aus derartig aufgezogenen Raupen stammenden Falter zeichneten sich durch besondere Größe aus. Hierdurch mag sich vielleicht die verschiedenartige Größe von Faltern aus gleichen Kulturen, die wiederholt beobachtet wurde, erklären.

In der Honigwabe, welche bei den oben beschriebenen Versuchen benutzt wurde, kristallisierte nach und nach der Honig aus. Auch Wabenwerk war nur noch spärlich vorhanden, so daß sich die zweite Raupengeneration mit nur geringen Wachsresten und dem Kot der ersten

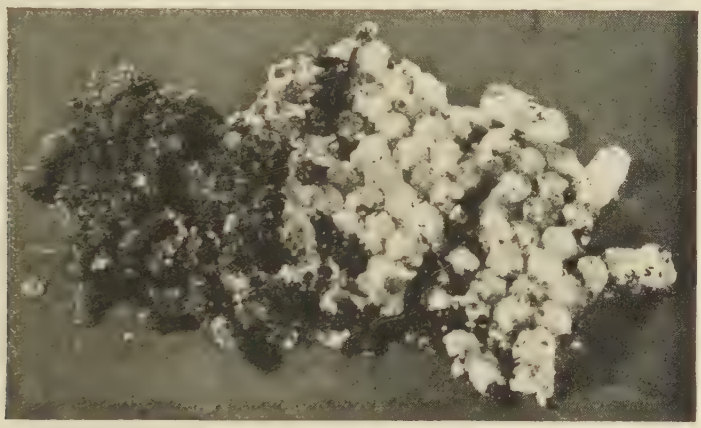


Abb. 21. Honigprismen und Kot als Rest einer Wabe. Nat. Größe.

Generation begnügen mußte. Hieran entwickelten sich Raupen und Falter von normaler Größe. Schließlich waren nur noch die rhombischen Prismen des auskristallisierten Honigs und daneben die Fraßgänge der Larven übrig (s. Abb. 21).

Reihe C.

In der jetzt folgenden Versuchsreihe C wurde den Versuchstieren Wabenwerk von verschiedenem Wachsgehalt als Futter dargereicht. Wie bereits oben erwähnt, erhält man bei Extraktion von Jungfernwaben mit siedendem Alkohol über 99% wachsartige Bestandteile und einen Restkörper von nur 0,003%.

Zu dem ersten Versuche wurden 100 g dieser weißen Jungfernwaben in 1 l Alkohol am Rückflußkühler etwa 2 Stunden zum Sieden erhitzt und die Lösung im Dampftrichter filtriert. Das noch heiße Filtrat wurde zur Fällung des Wachsgehaltes mit kaltem destilliertem Wasser in etwa gleicher Menge versetzt. Hierbei fiel ein weißer flockiger Niederschlag

aus, welcher nach mehrfachem Auswaschen und Umschütteln durch ein Faltenfilter filtriert und getrocknet wurde. Von dieser trockenen, durch den ausgeflockten Zustand weiß und voluminös erscheinende Substanz wurde die eine Hälfte in der oben angegebenen Weise 25 Achroealarven als Nahrung vorgesetzt. Die Tiere legten zwar äußerlich Fraßgänge an und beklebten diese auch mit abgeschabten weißen Teilchen. Ein Wachstum erfolgte jedoch nicht, sondern die Raupen gingen nach vier Wochen ein.

Als zweiter Versuch wurde die zweite Hälfte des oben beschriebenen Ausgangsmaterials in einem Tiegel zusammengeschmolzen, wobei nach dem Erkalten eine weißgelbe Wachstafel auf darunter befindlichem Wasser entstand, welche gleichfalls 25 Raupen als Futter geboten wurde. Hierin legten die Tiere ausgedehnte Fraßgänge an, fraßen auch von der Substanz und beklebten ihre Gespinstgänge mit hellen Kotteilchen, da ja das erwähnte Wachs eine weißlich-gelbe Farbe aufwies. Aber auch hier war keine Größenzunahme zu beobachten, obwohl die Tiere sieben Monate am Leben blieben und erst dann abstarben.

Als dritter Versuch wurde den Tieren der geringe, unlösliche wachsfreie Rest der Jungfernwaben als Futter geboten. Auch hieran fraßen die Larven etwa fünf Wochen, ohne sich weiter zu entwickeln, und gingen dann zugrunde.

Als vierter Versuch wurde der gleichen Anzahl junger Achroearaupen ein gewöhnlicher Wachsblock, wie ihn der Imker nach dem Einschmelzen alter Wabenvorräte erhält, als Nährstoff gegeben. Auch hierin legten die Larven weitverzweigte Fraßgänge an, ohne sich aber zur vollen Größe zu entwickeln. Sie fraßen weit über ein Jahr und erst nach sechzehn Monaten waren die letzten Larven vertrocknet.

Die als fünfter Versuch bezw. als Kontrolle mit alten Brutwabenmaterial angesetzten 25 Raupen entwickelten sich bereits nach sechs Wochen, während die als sechster Versuch mit unbehandelten Jungfernwaben gefütterten Tiere über ein Jahr fraßen, ohne zur vollen Entwicklung zu gelangen. Zum Schluß lagen sie eingetrocknet am Boden des Gefäßes.

Auf S. 324 waren einige nähere Angaben über die chemische Zusammensetzung alter Brutwaben gemacht worden. Es waren hierbei der wasserlösliche, der alkohollösliche und der ätherlösliche Anteil und der unlösliche Rest (Puppenhüllen) gefunden worden. Diese vier verschiedenen Substanzen wurden in der nächsten Versuchsreihe D für Fraßuntersuchungen verwendet.

Reihe D.

Zum ersten Versuch wurde der wasserlösliche Anteil genommen. Da es sich hierbei um einen zähen und sirupösen Stoff handelte, in welchen einzudringen den Raupen unmöglich gewesen wäre, wurde ein Teil davon mit wenig Wasser angerührt, in feingemahlenem Fließpapier aufgesogen und leicht übergetrocknet. Dieses Substrat wurde in der üblichen Weise

den Versuchstieren vorgesetzt. Die Raupen gingen schon nach wenigen Tagen infolge dieser unzureichenden Ernährung zugrunde.

Als zweiter Versuch wurde den Raupen der alkohollösliche Anteil als Nahrung geboten. Hierin legten sie wiederum Gespinstgänge an, fraßen ein halbes Jahr lang, ohne besonders zu wachsen, und gingen dann ein.

Als dritter Versuch wurde der ätherlösliche Anteil als Futter verwendet. Von diesem war bereits auf S. 324 gesagt worden, daß er sich durch einen scharfen, stechenden Duft auszeichnet. Von den hiermit gefütterten Versuchsraupen wurde ein Teil bereits am folgenden Tage tot aufgefunden, während sämtliche Raupen am zweiten Tage starben. Aus diesem Grunde wird über diese Substanz noch in den Abschnitten über Bekämpfungsmöglichkeiten zu sprechen sein.

Im vierten Versuch wurden den Raupen die wachsfreien Puppenhüllen als Nahrung gereicht. Hierin entwickelten sich die Raupen in der gleichen Zeit zu Faltern wie in einem mit Waben angesetzten Kontrollversuch. Zu erwähnen ist hierbei, daß neben den normalen auch kleinere Falter zum Schlüpfen kamen, so daß Puppenhüllen der Larve bis zur Vollentwicklung der Imago zwar ausreichende Nahrung bieten, aber in ihrer Zusammensetzung doch eine gewisse Unterernährung gegenüber einer wachshaltigen Fütterung bedeuten müssen.

Auch dieses Versuchsergebnis beweist, daß die Aufzucht der kleinen Wachsmotte unter völliger Ausschaltung wachsartiger Stoffe durchaus möglich ist.

Reihe E.

In der nächsten Versuchsreihe E wurden aus etwa gleichartigem alten Wabenmaterial die verschiedenen Bestandteile mit organischen Lösungsmitteln exstrahiert. Es wurden in jedem Falle 100 g Waben, wie sie auch allgemein für die Aufzuchten verwandt wurden, mit je 500 ccm 1. Äther, 2. Aceton, 3. Benzin und 4. Chloroform gelöst. Der Gang der Behandlung war hierbei gleichmäßig so, daß die Waben mechanisch zerkleinert, in einen Literkolben gegeben und mit den angegebenen Lösungsmitteln einige Stunden am Rückflußkühler extrahiert wurden. Dann wurde die Substanz siedend im Dampftrichter filtriert und der Rückstand nochmals mit den gleichen Lösungsmitteln heiß nachgewaschen. Der getrocknete Rückstand vom Filter war dann fast wachsfrei (neben geringsten Spuren von Pollen und Honig) und enthielt fast nur die Puppengespinste der Bienen. Das Filtrat blieb dann bis zum völligen Erkalten stehen, wobei jeweils ein Teil als flockiger Niederschlag ausfiel und absetzte. Dann wurde kalt filtriert, der Rückstand auf dem Filter getrocknet und das Lösungsmittel des Filtrates verdunstet. Auf diese Weise wurden bei allen vier organischen Lösungsmitteln je drei Teilprodukte der Wabe erhalten, und zwar 1. die fast wachsfreien Puppenhüllen, 2. eine heißlösliche Fraktion, welche nach dem

Entzug des Lösungsmittels meist von dunklerer, gelb- oder graubrauner Farbe und härterer Konsistenz war, und 3. eine kaltlösliche Fraktion, welche nach Abdunsten des Lösungsmittels weiße bis ockergelbe Farbe und weiche Beschaffenheit zeigte. Die so erzielten zwölf Produkte wurden in Doppelschalen gebracht und je 25 jüngere Achroealarven in der üblichen Weise dazugesetzt.

Da, wie oben erwähnt, Teile ein und derselben Wabe nicht die gleiche chemische Zusammensetzung haben, ergaben sich bei den vorbeschriebenen Extraktionen auch unabhängig von der Art des verwandten Lösungsmittels recht verschiedenartige Anteile der einzelnen Produkte. Die Zusammensetzung wird durch die nachfolgende Tabelle veranschaulicht.

Lösungsmittel:	Prozentsatz des Unlöslichen	Prozentsatz des Heißlöslichen	Prozentsatz des Kaltlöslichen
1. Äther	35	39	24
2. Aceton	30	62	7,5
3. Benzin	20	7,5	70,5
4. Chloroform . . .	18	5	73

Bei den einzelnen Versuchen über die Nahrungsaufnahme der Raupe stellte sich heraus, daß die oben aufgeführten Gruppen der Produkte des Unlöslichen, Heißlöslichen und Kaltlöslichen unabhängig von der Art des Lösungsmittels die gleichen Ergebnisse zeitigten. In dem ersten Versuch wurden in der üblichen Weise die vier unlöslichen Reste (Puppenhüllen) verfüttert. Es erfolgte in jedem Falle eine Weiterentwicklung der Raupen zu Faltern, wenn auch hin und wieder Zwergformen vorkamen, was auf die bereits oben erwähnten Gründe zurückzuführen ist.

Im zweiten Versuch wurde den Raupen die heißlösliche Fraktion als Nahrung dargereicht. Auch hierbei erfolgte eine normale Entwicklung bis zur Vollkerfe, wenn auch in einer Zeit von sechs Monaten. Es besteht die Annahme, daß bei der heißen Fraktion der Waben mit organischen Lösungsmitteln so viel andersartige Komponenten dem Wachs beigefügt werden, daß es zur Ernährung ausreicht.

Als dritter Versuch wurde den Raupen der kaltlösliche Anteil vorgesetzt. Hieran starben die Larven in verschiedenen Zeitabständen, eine Entwicklung erfolgte in keinem Falle. Bei dem ätherlöslichen Anteil starben die Raupen schon in den ersten acht Tagen, bei den bezin- und acetonlöslichen nach einigen Wochen, während sie bei dem chloroformlöslichen sogar einige Monate lebten, zuletzt aber eintrockneten.

Reihe F.

In der nächsten Versuchsreihe F wurden einige Fütterungsversuche mit Substanzen vorgenommen, die in keinem Zusammenhange mit dem Bienenstocke standen.

Im ersten Versuche wurde den Larven eine Anzahl Gespinstdeckel von Brutwaben aus Wespennestern vorgelegt. Einerseits fand sich nämlich in der Literatur die Angabe, daß die Wachsmotte ein Parasit von Bienenstöcken und von Wespennestern sei. Andererseits war ja auch ein Züchten normaler Wachsmottengenerationen an Bienenpuppen ohne Vorhandensein von Wachs gelungen. An den Gespinstdeckeln der Wespenzellen wurde kaum Fraß der Versuchstiere wahrgenommen, schon nach wenigen Tagen waren sämtliche Larven tot und vertrocknet.

Als zweiter Versuch wurde den Raupen frisches Kiefern- und Tannenharz gegeben. Auch hieran zeigten sich nur geringe Fraßspuren und die Larven gingen nach wenigen Tagen ein.

Im dritten Versuche wurde den Larven ein Paraffinblock als „Nahrung" gegeben. Die Tiere bohrten sich sofort ein, legten innerhalb und außerhalb Gespinstgänge an, die sie auch mit weißen Paraffinteilchen beklebten, und fraßen so mehrere Wochen lang. Nach acht Wochen war die letzte Raupe gestorben.

Reihe G.

In der nächsten Versuchsreihe G wurde in der üblichen Weise den Versuchstieren das schmelzbare Wachs als Nahrung gereicht, welches wie oben erwähnt, aus dem Kot anderer Wachsmotten wiedergewonnen war. Die Larven nahmen eine normale Fraßtätigkeit auf und entwickelten sich nur wenige Tage später zu normalen Faltern als die zur Kontrolle an alten Waben angesetzten Tiere. Wir haben hier also wieder ähnliche Verhältnisse wie bei den durch heiße organisatorische Lösungsmittel gewonnenen Wachsfraktionen.

Das Endergebnis dieser Versuchsreihen zeigt, daß eine mannigfaltige Zahl verschiedener Stoffe, die sich sämtlich im Bienenstocke vorfinden, zusammen oder einzeln, der Larve der kleinen Wachsmotte eine ausreichende Ernährung bieten. Am besten gedeihen die Raupen naturgemäß an einer mehr zusammengesetzten Nahrung, wie wir sie in den alten Brutwaben finden. Durchaus möglich ist sie aber auch an völlig wachsfreien Substanzen und zwar, wie wir gesehen haben, an reinem peptonisierten Pollen aus den Bienenwaben und an chemisch isolierten Puppenhüllen. Ferner gedeihen sie aber auch an den verschiedenen wachsartigen Anteilen, die sich auf heißem Wege durch organische Lösungsmittel aus der Wabe isolieren lassen, und dazu noch an dem aus Kot wiedergewonnenen Wachse, ohne ein Vorhandensein der oben genannten Stoffe.

Überblickt man die vorstehenden Untersuchungen, so liegt der Gedanke nahe, daß die kleine Wachsmotte in Zeiten, in welchen der Mensch noch nicht alle Dinge in der Welt unter seine Kultur gebracht hatte, nicht nur nicht als Schädling, von unserem Standpunkt betrachtet, sondern sogar als Nützling auftrat. — Als Behausungen der Wildbienen können

wir sicherlich in den meisten Fällen hohle Baumstämme ansehen. Waren hierin die Brutwaben durch die ständige Generationsfolge für eine weitere Aufzucht unbrauchbar geworden, und die Höhlung bis auf den letzten Platz von Wabenwerk ausgefüllt, so waren die Bienen gezwungen, diese nicht mehr brauchbare Stätte zu verlassen und eine neue Wohnung zu suchen. Nun fanden hierher kommende Wachsmotten eine reichliche und besonders zuträgliche Nahrungsquelle. Das Wabenwerk und die Kotmengen der ersten Generation wurden von den nachfolgenden Raupen als Nahrung ausgenutzt, bis zuletzt der ganze Inhalt des Baues als geringer Rest am Boden der Höhlung lag und die dann noch schlüpfenden Falter gezwungen waren, sich neue Brutplätze zu suchen. Auf diese Weise wurden die Baumhöhlen wieder frei und geeignet, einem neue Bienenvolke als Wohnung zu dienen.

VI. Einfluß verschiedener Temperaturen auf die einzelnen Stadien.

1. Temperaturen im Bienenstock und Anpassung der Wachsmotte.

Über die Temperaturen im Bienenstocke in den verschiedenen Jahreszeiten finden sich zahlreiche Angaben. Neuerdings hat sich Himmer (14) besonders genau und eingehend mit der Frage der Wärme im Bienenvolke beschäftigt. Seinen Ausführungen sei hier kurz folgendes entnommen:

„Die Biene bedarf zur Entfaltung ihrer vollen Lebensenergie verhältnismäßig hoher Wärmegrade. Bei 11—12° C sind ihre Bewegungen schon stark gehemmt, bei 6—7 °C fällt sie in vollständige Kältestarre, während ihre Verwandten aus dem Insektenreiche erst bei 0° erstarren. Dazu kommt, daß sie den kältestarren Zustand nur kurz überleben kann, höchstens einige Tage, während z. B. Wespen und Hummeln in dieser Verfassung den ganzen Winter überdauern, um beim ersten warmen Sonnenstrahl wieder munter zu werden. Messungen in der Mitte der Bienentraube innerhalb des Stockes mit Thermoelementen oder Widerstandsthermometern ergaben in einem strengen Winter Temperaturschwankungen zwischen 15° und 30°, bei einem Mittel von 22—25°. Wenn die Außentemperatur sinkt, dann steigert sich die Wärme in der Bienentraube, steigt umgekehrt die Außentemperatur, dann fällt die Traubentemperatur. Gegen Ende der Meßzeit begannen die Bienen zu brüten, und nun wurde das Wesen der Traubentemperatur abermals verändert. Sie steigt bis zu einer Höhe von 35 °C und verläuft auf diesem Stande ohne Schwankungen, solange das Bienenvolk brütet ungeachtet aller Änderungen der Umgebungstemperatur. Die Randtemperatur beträgt etwa 9° C — Das Bienenvolk besitzt also die Fähigkeit der Wärmeregelung. Die Entwicklungstemperatur liegt nur in den Grenzen zwischen 33° und 36 °C, höchstens 37°. Unter 32° bis herunter zu 26° hört zwar die Weiterentwicklung nicht auf, aber sie erfährt Störungen, die sich in Form von verkümmerten Körperanhängen, vor allen Dingen unvollendeten Flügeln bemerkbar machen. Solche Bienen sind selbstverständlich unbrauchbar und werden von den Volksgenossen alsbald abgestoßen. Jenseits der Grenze von 36° beginnen die nachteiligen Folgen zu hoher Temperatur, die Brut stirbt ab."

Auf Grund dieser eingehenden Untersuchungen von Himmer wurde von eigenen Messungen im Versuchsstocke abgesehen. Nach den Ergebnissen einer großen Reihe von Versuchen mit den verschiedenen Stadien

der kleinen Wachsmotte in Serienbrutschränken ist diese an die Temperatur im Bienenstocke weitgehend angepaßt. Wie die weiter unten zu besprechenden Einzelversuche zeigen werden, schlüpfen z. B. die jungen Larven aus den Eiern unter + 15° nicht mehr. Im allgemeinen dürften darunter liegende Temperaturen im Bienenstock während der Flug- und Eiablagezeit in den Monaten März bis Oktober kaum vorkommen. Die Achroealarven hingegen sind — als überwinterndes Stadium — imstande, längere Zeit tiefere Temperaturen zu ertragen. Unter der Grenze der Randtemperatur des Bienenstockes (= 9° C) hört aber auch bei ihnen die aktive Bewegung, Nahrungsaufnahme und Spinntätigkeit auf. Sie können jedoch noch tiefere Temperaturen als die Biene lange Zeit lebend ertragen, wobei dann allerdings die gesamte Lebenstätigkeit und Weiterentwicklung des Organismus auf ein Minimum herabgesetzt wird. Für die Puppen und Falter der kleinen Wachsmotte trifft das bereits für die Eier Gesagte zu. Ebenso wie bei den Bienen sterben über 36° C Eier, Raupen, Puppen und Falter ab, unterhalb von 20° verpuppen sich die Raupen nicht mehr.

2. Einfluß verschiedener Temperaturen auf die einzelnen Stadien der Wachsmotte.

Um das Verhalten von Eiern, Larven, Puppen und Faltern der kleinen Wachsmotte bei verschiedenen Temperaturen kennen zu lernen, wurde eine größere Reihe von Versuchen mit den einzelnen Stadien angesetzt. Die Versuchsanordnung war hierbei so, daß die Versuchstiere in kleinen Petrischalen mit einem Stückchen Brutwabe in Serienwärmeschränken untergebracht und von Tag zu Tag nachgesehen wurden. Die Temperatur der in Gebrauch befindlichen 20 Schränke lag zwischen —1,5° und + 37° C, wobei die täglichen Schwankungen der Temperatur bei den einzelnen Schränken nur Bruchteile eines Grades betrugen und täglich notiert wurden. Außer diesen Reihenversuchen wurden Untersuchungen im Freien angestellt, bei welchen die Temperatur mittels Minimum- und Maximumthermometern festgestellt wurde, und dazu Kontrollversuche bei einer Zimmertemperatur von durchschnittlich 21°.

Zuerst sollte durch einen Freilandversuch die Überwinterungsfähigkeit der kleinen Wachsmotte festgestellt werden. Hierzu wurde im August 1927 eine in normalem Betrieb befindliche Wachsmottenkultur (rund 500 Raupen, 50 Falter, zahlreiche Eier) in einem mit Brutwaben ausgekleideten Holzkasten an einem Baume im Freien befestigt. Die Wandstärke des Kastens betrug 2,5 cm bei 25 × 30 × 25 cm Seitenlänge. Eine im oberen Drittel der Stirnseite des Kastens befindliche Öffnung, welche mit großmaschiger Drahtgaze verschlossen war, sollte einerseits den An- und Abflug der Wachsmotten und möglicherweise auch von Parasiten zulassen, andererseits aber Vögel oder Mäuse fernhalten. Die Kultur, welche von Zeit zu Zeit nachgesehen wurde, nahm während der Spätsommermonate ihre natürliche Entwicklung in bezug auf Fraßtätigkeit der Raupen,

Schlüpfen der Falter und Eiablage. Im Frühjahr 1928 wurde der Kasten hereingenommen und durchgesehen. Es fanden sich keinerlei lebende Stadien der kleinen Wachsmotte. Der Inhalt des Kastens wurde auf einige Versuchsgläser verteilt und drei Monate weiterbeobachtet, ohne daß in dieser Zeit sich ein Auftreten von Wachsmotten oder von Parasiten zeigte. Da im November 1927 Kältegrade bis zu — 24° C geherrscht hatten, waren auch die sonst widerstandsfähigen Raupen zugrunde gegangen, ein Beweis, daß auch sie der schützenden Wärme des Bienenstockes zur Überwinterung nicht entbehren können.

Ein weiterer Versuch zeigte, daß die Eier der kleinen Wachsmotte tiefere Grade längere Zeit zu ertragen nicht imstande sind. Ein Leinwandstück, auf welchem sich zahlreiche Achroeagelege befanden, wurde vier Wochen in einer im Freien stehenden Wellblechbaracke bei einer Durchschnittstemperatur von etwa + 2° C untergebracht. Nach dieser Zeit wurden die Eier in Zimmertemperatur überführt. Äußerlich zeigten sie keine warnehmbare Veränderung ihrer Form, sondern nur eine leicht gelbe Verfärbung. Sie waren jedoch durch den vierwöchigen Aufenthalt bei einer verhältnismäßig tiefen Temperatur so weit geschädigt, daß keine Weiterentwicklung im Zimmer mehr erfolgte. Nach acht Tagen waren sämtliche Eier eingetrocknet.

Eier.

Frisch abgelegte Eier verhalten sich verschiedenen Temperaturen gegenüber wie folgt. Das Ergebnis der umfangreichen Versuche zeigt nachstehende Übersicht zusammenfassend:

Temperatur in Grad	Schlüpfen der Jungraupen
über 30,5	kein Schlüpfen, Eier vertrocknen nach 3 Tagen.
30	Schlüpfen nach 5 Tagen
28,4	„ „ 5 „
27,6	„ „ 6 „
26,6	„ „ 6 „
25,4	„ „ 7 „
24,7	„ „ 8 „
23,9	„ „ 9 „
22,8	„ „ 9 „
20	„ „ 10 „
19,3	„ „ 10 „
16	„ „ 22 „
14	und darunter, kein Schlüpfen, Eier trocknen ein.

Hieraus geht hervor, daß die normale Bebrütungsdauer der Eier zwischen 20 und 30° C zu suchen ist, bei welchen Temperaturen zwischen 10 und 5 Tagen das Schlüpfen erfolgt. Bei 16° beansprucht die embryonale Entwicklung bereits 22 Tage, bei darunter legenden Tempe-

raturen erfolgt kein Schlüpfen mehr. Die zeitliche Entwicklung der Eier bei den einzelnen Temperaturen wird durch die beigegebene graphische Darstellung (s. Abb. 22) veranschaulicht.

Wie weit im einzelnen ein kürzerer Aufenthalt der Eier in Temperaturen zwischen 0 und +15° diese beeinflußt bezw. schädigt, soll hier nicht im einzelnen dargelegt werden. Erwähnt seien nur einige Untersuchungen, welche die Schadwirkung des Aufenthaltes bei —1,3° in 1—4 Tagen zeigt. Es wurden zu diesem Versuche frisch abgelegte Eier in einen Kälteschrank gebracht, dessen Temperatur fast gleichmäßig

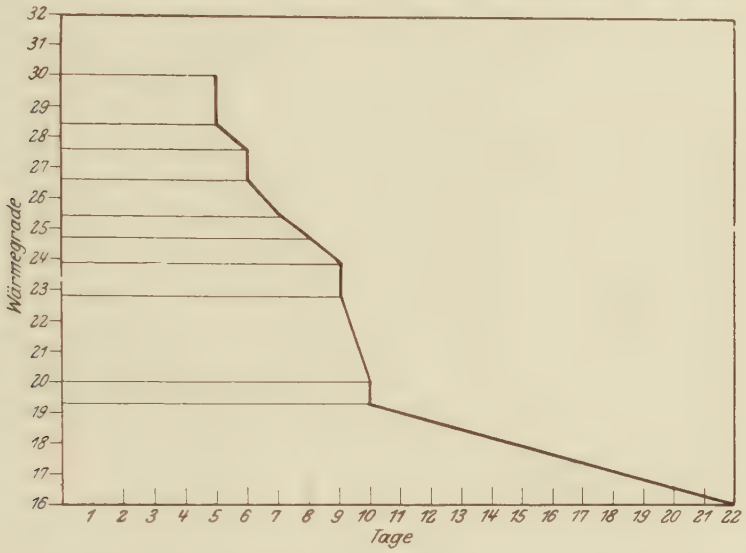


Abb. 22. Graphische Darstellung der Schlüpfzeiten von Jungraupen innerhalb der Temperaturen von 16—30°.

—1,3° C aufwies. Die Gelege, welche zwar von verschiedenen Weibchen, aber am gleichen Tag erlangt waren, blieben je 1, 2, 3, 4 Tage bei —1,3° und wurden dann in Zimmertemperatur von etwa +21° überführt. Die erhaltenen Befunde veranschaulicht die nachfolgende Übersicht:

Aufenthalt bei 1,3°	Schlüpfen nach Tagen bei Zimmertemperatur	Prozentsatz der zum Schlüpfen kommenden Raupen
1 Tag	10 Tage	20%
2 Tage	11 Tage	10%
3 Tage	12 Tage	3%
4 Tage	13 Tage	2%
5 Tage	—	—

Es ergibt sich heraus, daß neben der Verzögerung des Schlüpfens um die Dauer des Aufenthaltes bei —1,3° von Tag zu Tag ein geringerer Prozentsatz von Raupen zur Entwicklung kommt und daß nach 5 Tagen die Schädigung bereits so groß ist, daß sämtliche Eier absterben.

Aus den Gesamtergebnissen dieser Versuchsreihen geht hervor, daß die Widerstandsfähigkeit der Eier gegen Temperaturen unter 16° verhältnismäßig gering ist. Temperaturen unter 0° werden nur wenige Tage und auch nur zu einem kleinen Teil von den so behandelten Eiern ertragen. Hieraus läßt sich schließen, daß die Überwinterung der Eier, welche wohl fast nie innerhalb der Bruttraube eines Bienenvolkes, in vielen Fällen aber sogar außerhalb des Bienenstockes abgelegt werden, kaum in Frage kommt.

Raupen.

Während sich die Entwicklungsverhältnisse der Eier der kleinen Wachsmotte bei verschiedenen Temperaturen ziemlich klar übersehen lassen, gestalten sich unter gleichen Versuchsbedingungen die Auswertungen der Untersuchungsergebnisse bei den Larven schwieriger. Dies liegt an der weit größeren Variationsbreite der Raupenentwicklung (d. h. der stark variierenden Zeitspanne des Schlüpfens aus dem Ei bis zur Verpuppung), als bei der Embryonal-Entwicklung im Ei. Diese Verhältnisse sollen durch ein Beispiel erläutert werden. Nimmt die Ablage eines Geleges von etwa 250 Eiern fünf Stunden in Anspruch, so beträgt die Zeit zwischen dem Schlüpfen der ersten und der letzten Jungraupe dieses Geleges in einem Brutschrank von 30° C durchschnittlich höchstens 24 Stunden. Weit größer ist dagegen die Variationsbreite der Raupenentwicklung unter den gleichen Verhältnissen. Der erste Falter in dieser Versuchsreihe schlüpfte nach 60 Tagen (bei normaler Ernährung der Raupen), während nach 80 Tagen, in welcher Zeit noch eine größere Anzahl von Faltern geschlüpft war, ebenfalls noch verschiedene Raupen des gleichen Geleges bei lebhafter Fraßtätigkeit beobachtet wurden. Der letzte Falter schlüpfte erst nach 120 Tagen.

Hieraus folgt, daß die Schwankung der Variationsbreite bei tieferen und wechselnden Temperaturen und ungleichen Ernährungsverhältnissen noch größer wird, als die bereits zwei Monate betragende Schwankung bei optimalen Temperatur- und Ernährungsverhältnissen. Es werden sich also bei Zuchten in Zimmertemperatur stets die einzelnen Generation überschneiden und die letzten Falter der ersten Frühjahrsgenerationen stets gleichzeitig mit den ersten Faltern der zweiten Generation, und so weiter auftreten. Hierin liegt naturgemäß ein Vorteil für die Erhaltung der Art. Wie wir nämlich oben gesehen haben, sind die männlichen Falter in der Lage, wiederholt zur Paarung zu schreiten. Zudem haben sie eine durchschnittlich dreimal so lange Lebensdauer wie die Weibchen. Dadurch, daß nun die letzteren auf längere Zeit verteilt aus ein und demselben Gelege schlüpfen, wird erreicht, daß schlüpfende Weibchen auch stets paarungsfähige Männchen antreffen.

Durch diese große Variationsbreite der Raupen wird die Aufstellung eines übersichtlichen Planes über ihre Entwicklung bei verschiedenen Temperaturen sehr erschwert, d. h. sie verlangt eine monatelange, ja bei

tieferen Temperaturen sogar jahrelange Beobachtungsdauer. Aus zeitlichen Gründen wurden deshalb hier nur Feststellungen gemacht, wie weit die einzelnen Stadien der Raupe imstande sind, bestimmte Temperaturen zu ertragen, und nach wie langem Aufenthalte in einer solchen sie noch voll lebensfähig und in der Lage sind, normale Imagines zu liefern. Nehmen wir das Ergebnis vorweg! Die Raupen besitzen eine größere Widerstandsfähigkeit gegen verschiedene Temperaturen als die Eier, Puppen und Falter. Ähnlich empfindlich wie die letzterwähnten Stadien sind nur ganz frisch geschlüpfte Raupen und ganz alte, welche bereits vom Herbst bis zum Frühjahr im vollkommen erwachsenen Zustande überwintert haben. Die Raupen der mittleren Stadien dagegen, welche sich noch in voller Fraßtätigkeit befinden, können Temperaturen um 0° herum und vorübergehend auch tiefere ein halbes Jahr und länger ertragen.

Für die folgenden Versuche wurden nur möglichst vollausgewachsene Tiere ausgewählt, um die auf den oben angegebenen Gründen beruhende übermäßig lange Beobachtungszeit zu vermeiden. Die Technik der Versuche war allgemein die gleiche wie bei den Eiuntersuchungen. Je 20 Raupen wurden mit etwas Wabenwerk in einer Petrischale in die bereits oben erwähnten 20 Serienschränke gebracht, welche Durchschnittstemperaturen von etwa — 1 bis + 37° C in Abständen von 1 bis 2° C verhältnismäßig konstant aufwiesen. Hierbei ließen sich nun drei verschieden wirkende Temperaturzonen unterscheiden. Die erste Zone lag zwischen — 1 und + 9° C. Innerhalb dieser Temperaturen erfolgte keine aktive Bewegung und Spinntätigkeit der Raupen mehr. Von den zwanzig zu jedem Versuche verwandten Raupen wurden nach 2, 4, 8, 10 und 12 Tagen je vier Raupen entnommen und zur Weiterbeobachtung in Zimmertemperatur überführt. Die einzelnen Ergebnisse dieses Versuches zeigen die nachfolgenden Tabellen auf S. 338:

Hieraus geht hervor, daß von Raupen Temperaturen von — 1° C nicht länger als acht Tage lebend überdauert werden, Temperaturen von + 3° C nicht länger als zehn Tage. Ferner zeigt sich, daß die Temperatur von + 4° C für die ausgewachsenen Raupen günstiger liegt als die von + 6° C.

Die zweite Temperaturzone lag zwischen 10 und 20° C. Bei diesen Temperaturen erfolgte nur am Tage des Einbringens in die Serienschränke eine geringere Fraßtätigkeit und Anlage von Gespinstgängen. An den folgenden Tagen verblieben die Raupen fast ohne Bewegung in ihren Gespinstgängen und schritten auch nicht zur Verpuppung. Bei Berührung zeigten sie in jedem Falle Bewegungsfähigkeit. In den betreffenden Schränken wurden durchschnittlich 12,5°, 13,7°, 16,6° und 19,8° gemessen. In diesen Temperaturen verblieben die Raupen 50 Tage lang und wurden danach in Zimmertemperaturen überführt und weiter beobachtet. In den ersten Tagen zeigte sich keine morphologische Veränderung, es war allerdings das Pulsieren des Rückengefäßes kaum noch zu erkennen. Nach

Temperatur	Tage	Zahl der verwandten Raupen	Ergebnis
—1°	2	4	2 F. geschl., 2 P. gest.
+3°	2	4	1 F. „ 3 P. „
+4°	2	4	1 F. „
+6°	2	4	1 Rp. geschl, 3 P. gest.
+7,5°	2	4	3 F. geschl., 1 P. „
+9°	2	4	4 F. „
—1°	4	4	3 F. geschl., 1 P. gest.
+3°	4	4	4 F. „
+4°	4	4	2 F. „ 2 P. „
+5°	4	4	2 F. „ 1 P., 1 R. gest.
+7,5°	4	4	1 F. „ 3 P. gest.
+9°	4	4	2 F. „ 2 P. „
—1°	8	4	2 R. 2 P. gest.
+3°	8	4	1 F. geschl., 2 R., 1 P. gest.
+4°	8	4	2 F. „ 1 R., 1 P. „
+6°	8	4	2 R., 2 P. gest.
+7,5°	8	4	3 F. geschl., 1 P. gest.
+9°	8	4	4 F. „
—1°	10	4	3 R. gest., 1 P. gest.
+3°	10	4	4 R. „
+4°	10	4	1 F. geschl., 3 P. gest.
+6°	10	4	4 P. gest.
+7,5°	10	4	4 F. geschl.
+9°	10	4	4 R. gest.
—1°	12	4	3 R., 1 P. gest.
+3°	12	4	4 R. gest.
+4°	12	4	1 F. geschl., 2 P., 1 R. gest.
+6°	12	4	4 R. gest.
+7,5°	12	4	2 R., 2 P. gest.
+9°	12	4	1 F. geschl., 2 P., 1 R. gest.

acht Tagen waren sämtliche Raupen tot, was an der charakteristischen Braunfärbung leicht erkennbar ist. Die Ursache des Absterbens in diesen verhältnismäßig hohen Temperaturen ist darin zu suchen, daß wie oben erwähnt, ältere, bereits überwinterte Raupen verwandt wurden.

Die dritte Zone umfaßte die Temperaturen von 25—30°. In diesen Temperaturen zeigten die Raupen lebhafte Fraßtätigkeit und Gespinstanlage. Bei 34° schlüpften nach 19 Tagen ein Männchen mit verkrüppelten

Flügeln und weiterhin nach 22, 34 und 36 Tagen noch zwei verkrüppelte Männchen und ein verkrüppeltes Weibchen (s. Abb. 23).

Bei den Temperaturen zwischen 25 und 31° schlüpfen nach und nach eine Anzahl von normal entwickelten Faltern. Aus der nachfolgenden Übersicht geht die jeweilige Anzahl der in einer bestimmten Zeit geschlüpften Falter hervor. Nach 50 Tagen wurde der Versuch abgebrochen, da nunmehr ein einwandfreies Ergebnis vorlag. Es zeigten sich deutlich zwei für die Entwicklung optimale Temperaturen, d. h. von je 20 an-

Abb. 23. Links durch hohe Temperatur erzeugte Kümmerform, rechts normaler Falter. Vergr. 4fach.

gesetzten Raupen war der letzte Falter bei zwei Reihen zum Ausschlüpfen gekommen. Diese Optima lagen bei 28 und 31°, wie aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich ist.

Von je 20 angesetzten Raupen geschlüpfte Falter nach

° C	20 Tagen	30 Tagen	40 Tagen	50 Tagen
bei 25	—	—	—	—
„ 26	—	1	2	6
„ 27	—	1	5	12
„ 27,5	—	2	13	20
„ 28	—	9	10	14
„ 29	2	6	9	10
„ 30	7	15	20	—
„ 31	6	13	15	16
„ 34	1	2	4	—
„ 36	—	—	—	—

Stellt man die vorstehende Tabelle graphisch dar, so zeigt sich das unten stehende Bild (s. Abb. 24).

Bei Temperaturen über 35° C gehen die Raupen in kürzester Zeit zugrunde.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über das Verhalten der Raupen zeigen, daß die mittleren Stadien bei Temperaturen um den Nullpunkt herum sechs Monate und länger ohne Nahrungsaufnahme und ohne Eigenbewegung am Leben bleiben. Erwachsene Raupen, welche bereits überwintert haben, geben unter 10° Bewegung und Spinntätigkeit auf und verfallen in eine Kältestarre, von 10—20° spinnen sie noch und überdauern dann einige Wochen, gehen aber nach Überführung in Zimmertemperatur in beiden Fällen zugrunde. Eine Verpuppung erfolgt also unter 20° überhaupt nicht. Zwischen 21 und 30° erfolgt eine normale Falterentwicklung, wobei die Optimaltemperatur zwischen 27,5 und 30° liegt, Temperaturen, welche im Sommer im Bienenstocke als normal anzusehen sind.

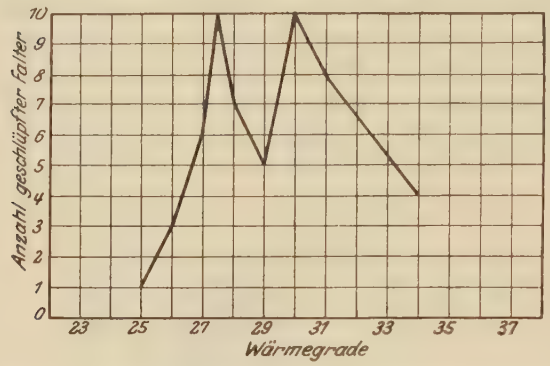


Abb. 24. Graphische Darstellung der zwei Optimaltemperaturen für das Schlüpfen von Faltern.

Puppen.

Da die Puppen der kleinen Wachsmotte ebenso wie die Eier in ihrer Weiterentwicklung eine weit geringere Variationsbreite als die Raupen besitzen, lassen sich bei ihnen infolge der kürzeren Beobachtungsdauer wieder eindeutigere Ergebnisse in ihrem Verhalten zu niederen Temperaturen erzielen. Zu den einzelnen Versuchen wurden wieder die gleichen Serienschränke benutzt, von welchen bereits in den vorigen Abschnitten die Rede war. Verwandt wurden möglichst solche Puppen, welche erst frisch in diesen Zustand übergegangen waren. (Eine mechanische Verletzung der Puppen bei der Entfernung aus dem Gespinstkokon ließ sich trotz aller Vorsicht nicht immer vermeiden.)

Im ersten Versuch wurden 20 Puppen 24 Stunden in den Temperaturen zwischen — 1,3 und + 8° C gehalten. Nach Überführen in Zimmertemperatur schlüpften sämtliche Falter innerhalb von sechs Tagen. Ein eintägiges Verweilen der Puppen unter 0° wirkt also keine abtötende Wirkung aus. Bei zweitägigem Aufenthalt in den oben angegebenen Temperaturen schlüpften 10 Falter in dem unter 0° anzeigenden Schranke, während 10 abstarben. Aus den übrigen Schränken mit Temperaturen von + 3° aufwärts schlüpften sämtliche Falter. Nach dreitägigem Aufenthalt waren die Puppen bei — 1° + 3° abgetötet, während sich die in den übrigen Schränken befindlichen normal entwickelten. Bei den folgenden Versuchen zeigten sich analoge Ergebnisse, indem je nach der

längeren Aufbewahrungszeit in immer höheren Temperaturen erst Falter zum Schlüpfen kamen.

In den Temperaturen zwischen 20 und 30° erfolgte das Schlüpfen der Falter zwischen 14 und 6 Tagen. Hieraus folgt, daß ebenso wie bei den Eiern die normalen Entwicklungstemperaturen für die Puppe zwischen 20 und 30° C liegen. Über 35° trockneten die Puppen ein, die Falter schlüpften nicht mehr.

Falter.

Hinsichtlich der Vollkerfen der kleinen Wachsmotte wurden verschiedene Richtversuche gemacht. Es wurden wiederum die bereits erwähnten Serienschränke mit je 20 frischgeschlüpften Faltern beiderlei Geschlechtes beschickt. Auch hierbei ließen sich wiederum verschiedene Temperaturzonen unterscheiden.

Kommen die Tiere aus Zimmertemperatur in Temperaturen von — 1 bis + 3°, so liegen sie nach wenigen Minuten regungslos auf dem Rücken und verbleiben in dieser Lage. Ein bis zwei Stunden Aufenthalt hierin übt noch keine Schadwirkung aus. Nach 24-stündigem Aufenthalt jedoch lebten von 20 angesetzten Faltern 10 nach Überführung in Zimmertemperatur nicht wieder auf, bezw. starben innerhalb eines Tages ab, nach 48 stündigem Aufenthalt sämtliche Tiere.

Bei + 4 und + 6° sitzen die Falter regungslos da, bewahren aber ihre normale Körperlage und bleiben nach Überführung in Zimmertemperatur selbst nach 2—3 tägigem Verweilen in der angegebenen Temperatur noch mehrere Tage am Leben.

Bei den Temperaturen von 7—19° erreichen die Vollkerfen ihr normales Alter, zeigen aber nur langsame Bewegungen. Das gleiche bei normaler Bewegung gilt für die Temperaturen zwischen 20 und 25°. Bei höheren Temperaturen werden die Bewegungen zusehends lebhafter, bei 34 und 36° ruckartig hastig und unnatürlich schnell. Über 35° werden von den Faltern im äußersten Falle bis zu einem Tage ertragen. Bei längerem Aufenthalt darin gehen sie zugrunde. Bei 34° blieben sämtliche Versuchstiere drei Tage lang am Leben und bei Überführung in Zimmertemperatur lebten am vierten Tage noch sämtliche 20, am fünften Tage noch 15, am sechsten noch 12, während am siebenten Tage sämtliche Falter tot waren.

Wie die vorhergehenden Ausführungen gezeigt haben, liegt die kürzeste Zeit für die Entwicklung der Eier, Larven und Puppen der kleinen Wachsmotte bei 30,5°. Es zeigt sich aber, daß die zeitliche Optimaltemperatur nicht gleichzeitig die Optimaltemperatur für die gesamte Entwicklung darstellt. Spinnreife Raupen verpuppen sich zwar, aber die geschlüpften Falter haben verkrüppelte Flügel, welche kaum über das Ende des Hinterleibes heraus reichen. Führt man ferner die ganze Aufzucht einer Generation vom Ei an bei 30,5° durch, so vollzieht sich die

gesamte Entwicklung innerhalb der kürzesten beobachteten Zeit. Aber schon die Raupen erreichen nicht mehr die normale Größe und auch die schlüpfenden Falter, deren besondere Lebhaftigkeit sofort auffällt, erreichen durchschnittlich nur die halbe Größe normal ausgewachsener Falter. Wenn auch eine Paarung stattfindet, so erfolgt doch nicht in jedem Falle eine Eiablage und ein großer Teil der abgelegten Eier erweist sich als nicht entwicklungsfähig.

Die hier behandelte Versuchsreihe über das Verhalten der einzelnen Stadien der kleinen Wachsmotte zeigt in erster Linie deren Anpassung an die Temperaturen im Bienenstocke. Wenn auch die Temperaturen in der Bruttraube der Bienen höher ist, als es den verschiedenen Stadien der Wachsmotte zuträglich ist, so liegen doch die Temperaturen in den anderen Teilen des Stockes optimal für die Entwicklung für Achroea. Vergleicht man die experimentell gefunden Zonen bei den Temperaturuntersuchungen mit den Temperaturen im Bienenstock, so zeigt sich, daß die Temperaturoptima von Biene und Wachsmotte bis auf die Temperatur in der Bruttraube zusammenfallen.

VII. Das Verhältnis der Biene im Stock zu Achroea und die durch sie verursachten Schäden.

Wie bereits eingangs erwähnt, wird die kleine Wachsmotte dem Bienenvolke in der Hauptsache dadurch schädlich, daß ihre Larven die Waben durchfressen, dabei zum Teil die Brut vernichten und durch ihre Anwesenheit die Bienen stören.

Um nun das gegenseitige Verhältnis von Biene und Wachsmotte kennen zu lernen, wurde ein in folgender Weise gebauter Versuchsstock hergestellt. Ein hölzerner Rahmen von 55 cm Höhe und Breite und 12 cm Tiefe, in welchen je drei Waben-Halbrahmen hintereinander in zwei Lagen neben- und untereinander hineinpaßten (im ganzen also 12 Halbwaben), war vorn und hinten mit einer Glasscheibe verschlossen, um so ein bequemes Beobachten der Vorgänge im Inneren zu ermöglichen. In dem oberen Brette des Holzrahmens befand sich in der Mitte eine Öffnung zum Anbringen der Futterblase und an der Rückseite des Stockes eine mit Drahtgaze verschlossene Öffnung zum Einbringen der verschiedenen Stadien der Wachsmotte bei den einzelnen Versuchen. Gegenüber an der vorderen Seite befand sich unten ein Schlitz, an welchem ein hölzerner, mit Drahtgaze bekleideter Gang angepaßt war. Dieser Gang führte durch den Fensterbalken hindurch zu einem Flugbrett ins Freie. Der ganze Stock stand auf einem Tisch in einem ungeheizten Bodenraum und konnte durch Zudecken mit Tüchern vor allzu großen Wärmeverlusten geschützt werden.

In diesen Versuchstock wurde im Mai 1927 ein kleineres Bienenvolk mitsamt dem dazugehörigen Wabenmaterial, also mit Brut usw. gebracht.

Infolge günstigen Wetters nahm die Entwicklung des Volkes einen normalen Verlauf. Honig und Pollen wurden eingetragen und eine große Anzahl von Arbeitsbienen und später auch von Drohnen herangezogen, so daß bei dem Einbringen der ersten Wachsmotten der Versuchsstock das Bild eines in vollem Betriebe befindlichen Bienenvolkes zeigte.

Die einzelnen Infektionsversuche verliefen nach folgender Anordnung. In der ersten Versuchsreihe wurden nach und nach in die oben erwähnte nach hinten gelegene Öffnung des Versuchsstockes 40 Achroea-Männchen eingebracht. Männchen wurden deswegen verwandt, um zwar das Verhalten der Bienen gegenüber den Wachsmotten kennen zu lernen, aber nicht gleich bei dem ersten Versuch, wie es beim Einsetzen von Weibchen wahrscheinlich erschien, den Stock von Grund aus durch die dann auftretenden Wachsmottenlarven zerstören zu lassen. Hierbei war nun folgendes zu beobachten. Die hineingelangten Männchen liefen lebhaft im Stock umher, setzten sich an die Holzwände, an die Glasscheiben und zum Teil auch auf die Randwaben, welche zu der Zeit von den Bienen noch nicht völlig in Betrieb genommen waren, und begannen lebhaft mit den Flügeln zu schwirren. Sogleich setzte nun auch die Jagd seitens der Wächterbienen ein.

Nach den Untersuchungen verschiedener Beobachter verrichten die Bienen während ihrer etwa dreißigtägigen Lebensdauer nacheinander die verschiedensten Geschäfte im Stock, wie z. B. das Vorbereiten der Brutzellen, das Bebrüten, Brutpflege, Sammeltätigkeit im Freien, das Futterabnehmen, Wachsausscheidung und Wabenbau, das Reinhalten des Stockes, Durchlüftung und Wächterdienst. Die hier mit der kleinen Wachsmotte angestellten Versuche zeigten deutlich, wie sehr die Bienen auf ihre jeweilige Tätigkeit eingestellt sind, ohne sich dabei unmittelbar um anderes zu kümmern. Setzte sich z. B. ein Wachsmottenmännchen vor eine an der Wand sitzende Biene, welche gerade mit der Durchlüftung beschäftigt war, so nahm diese in keinem Falle auch nur die geringste Notiz von der Wachsmotte. Ebenso verhielten sich die Bienen, welche gerade irgendwelche anderen Tätigkeiten ausübten. Ganz anders dagegen die Wächterbienen. Sobald diese, deren Zahl im Stocke mit durchschnittlich 20 Stück beobachtet wurde, eine Wachsmotte gewahr wurden, stürzten sie sofort darauf und versuchten sie mit Beinen und Kiefern zu ergreifen. In vielen Fällen jedoch vergebens. Die Wachsmotte sprang nämlich meistens nach kürzerem Lauf gewandt über die Biene hinweg und landete hinter dieser. Die Biene stürzte dann nach dem Vorbeigreifen weiter geradeaus und suchte die Wachsmotte. Bisweilen gelang es einer Biene, einige Fransenschuppen der Flügel oder ein Bein der Wachsmotte, bisweilen aber auch das ganze Tier zu erhaschen und aus dem Bau zu tragen. Da sich nach und nach eine stets größer werdende Anzahl von Wächtern an der Jagd auf die Wachsmotten beteiligte, liegt der Schluß nahe, daß die jeweiligen Wächter irgendwelche Reserven alarmierten. Eine

unmittelbare Beobachtung hierfür liegt allerdings nicht vor. Nach mehreren Stunden, bei manchen Versuchen jedoch erst nach zwei bis drei Tagen, war dann als Erfolg dieser Jagd kein Wachsmottenmännchen mehr im Stock zu entdecken.

In der zweiten Versuchsreihe wurden dann in den Sommermonaten 1927 und 1928 nach und nach über 200 männliche und weibliche Wachsmotten, die letzteren in der Überzahl, in den Stock gesetzt. Hierbei ließen sich folgende Beobachtungen machen. Die legereifen Weibchen begannen, unter den optimalen Temperaturverhältnissen und in der Witterung der Waben und der sie bedrohenden Bienen, wo sie sich gerade befanden, an Wänden und Glasscheiben, in sichtbarer Hast mit der Eiablage. In den Wachsmottenkulturen wurde niemals ein derartiges Verhalten bezw. eine Eiablage an den Glaswänden beobachtet. Bei der Verfolgung der Wachsmotten durch die Bienen zeigte sich immer wieder das gleiche Bild: das Haschen der Bienen, das geschickte Flattern und Springen der Wachsmotten mit dem Ergebnis, daß nach einem großen Aufgebot der Bienen manche Wachsmotte sogleich, die letzten aber meist erst nach mehreren Stunden, zum Teil sogar 1—2 Tagen aus dem Stocke befördert werden konnten. Ein Absuchen der Glasscheibe ließ dann auch keines von den abgelegten Eiern mehr entdecken.

In der dritten Versuchsreihe wurden 50 ausgewachsene und 50 mittlere Raupen von Achroea in den Stock gebracht. Für diese zeigten die Bienen ein weit geringeres Interesse als für die Falter. Liefen die Raupen den Wächterbienen gerade über den Weg, so wurden sie gepackt und hinausgetragen. Einem größerem Teil gelang es aber doch, sich in Ecken und Winkeln Gespinstgänge anzulegen und diese mit Wachsteilchen, welche beim Öffnen der Deckel von Brut- und Honigzellen herabfielen, zu bekleben und auch als Nahrung zu verwerten. Deutlich konnte man die Wachsmottenlarven in ihren Gespinstgängen in der schmalen Fuge zwischen den eingesetzten Glasscheiben und den Holzrahmen beobachten. Diese der ersten Jagd entgangenen Raupen wurden jedoch auch nach und nach von den mit der Reinhaltung des Stockes betrauten Bienen entfernt. In unermüdlicher Arbeit wurde Gespinstgang für Gespinstgang mit den Kiefern herausgerissen und stückweise hinausgetragen. Ja, sogar größere Holzteile an den oben beschriebenen Fugen wurden abgenagt, um so der Wachsmottenplage Herr zu werden.

Es wurde also eine so starke künstliche Infektion, wie sie hier vorgenommen war, von den Bienen vollkommen unterdrückt. Weder im Herbst 1927 noch im Frühjahr 1928 als der Stock durch einen starken winterlichen Ausfall weit lichter geworden war, wurde an den Waben oder an zugänglichen Teilen des Stockes irgendein Wachsmottenbefall wahrgenommen. Nur eine ganz geringe Zahl von Raupen hatte sich zwischen den Stützleisten der Waben und der Glasscheibe, einer für die Bienen völlig unzugänglichen Stelle, einnisten können.

Nach diesem Ergebnis scheint also der Befall eines Bienenstockes durch Wachsmotten ein Anzeichen für Krankheit und Schwäche eines Volkes zu sein, da es im vorliegenden Falle einem gesunden Stocke möglich war, trotz einer so ungewöhnlichen starken Infektion sämtliche Waben völlig frei von Wachsmotten zu halten. Nun ist aber der Befall der Bienenstöcke durch die Wachsmotte und das Durchfressen der Waben durchaus nicht selten (vgl. Bienenliteratur). Die Beobachtungen der Praxis scheinen demnach mit den hier vorliegenden Untersuchungen in Widerspruch zu stehen. Die Erklärung hierfür dürfte aber in dem oben angegebenen Schluß zu suchen sein, daß nämlich Krankheit und Schwäche ein Volk an normaler Tätigkeit hindern. Deswegen läßt das Vorhandensein von Wachsmotten den Rückschluß auf Schwäche eines Volkes ziehen.

Dieser Rückschluß wurde durch die weiteren Beobachtungen bestätigt. Wie bereits oben erwähnt, stand der Stock in einem unheizbaren Bodenraum. Als im November 1927 fast ohne Übergang eine starke Kältewelle einsetzte, erfolgte das erste größere Sterben im Bienenvolke. An einem Novembermorgen lag ein großer Teil des Volkes starr auf dem Boden des Stockes, von welchem sich nach Überführung in Zimmertemperatur nur wenige erholten. Die toten Tiere wurden stets mit einer Bürste aus dem Stocke entfernt. Da es unmöglich war, das Volk während des Winters in geheiztem Zimmer zu halten, wurde es in Ermangelung einer anderen Unterbringsmöglichkeit in einen Kellerraum gebracht, welcher eine fast gleichmäßige Temperatur von + 13° C aufwies. Vor das Flugloch wurde ein größerer Drahtkäfig geschaltet, der den Tieren ein Verlassen des Stockes ermöglichte. Durch die verhältnismäßig hohe Außentemperatur des Raumes war es den Bienen nicht möglich, eine geregelte Winterruhe zu halten. Durch das ewige Hin und Her vom Stock in den Drahtkäfig erfolgte in den nächsten drei Monaten ein zweiter größerer Totenfall, der den Bestand schon erheblich herabminderte. — Im April 1928 wurde der Stock wieder an seine ursprüngliche Stelle gerückt, um den Bienen den Reinigungsflug und das Eintragen der Pollen der Kätzchenblüher für die bereits seit vier Wochen in Betrieb befindliche Brut zu ermöglichen. Aber auch jetzt kamen noch empfindliche Temperaturrückschläge, welche ein drittes Sterben im Volke zur Folge hatten.

Durch diese ungewöhnliche Herabminderung des Bestandes, die schlechte Überwinterung und dann noch infolge der Naßkälte einsetzende Nosemaseuche, war das Volk derart geschwächt, daß zeitweilig nur ganz wenige junge Bienen einen kleinen Teil des Stockes bevölkerten und kaum dazu ausreichten, die notwendigsten Arbeiten zu verrichten, besonders aber nicht dazu, die nötige Wärme für die vorhandene Brut zu erzeugen. Um diesen Schaden zu beheben, wurde unter dem Tische, auf welchem der Bienenstock stand, ein elektrischer Ofen

aufgestellt, dessen Wärme dem Volke bald wieder einen normalen Betrieb gestattete. Nun zeigte sich aber bald ein Auftreten von Wachsmotten. Aus den unzugänglichen Fugen waren die Raupen hervorgekommen, auf die Waben gelangt, hatten Fraßgänge darin angelegt und sich verpuppt. Erst im Juni 1928 setzte eine für die Bienen günstigere Witterung ein. Durch die künstliche Beheizung und den reichlichen Honig- und Pollenvorrat im Stocke gedieh das Volk in kurzer Zeit wieder. Als der Stock dann wieder eine größere Ansahl junger Bienen beherbergte, sah man bald einige von ihnen lebhaft damit beschäftigt, die Waben von den Fraßgängen der Wachsmotten zu säubern und die Puppen aus dem Zellverbande herauszufressen und auf den Boden zu werfen. Als dann nach und nach das Volk immer größer und kräftiger wurde, war bald keine Spur von Wachsmotten mehr zu entdecken. Also auch diese Beobachtung bestätigt den oben gezogenen Rückschluß vollauf.

Die Anordnung eines weiteren Versuches sollte zur Klärung der Frage dienen, wieweit ein Bienenvolk imstande ist, eine Wabe, welche künstlich von zahlreichen Wachsmottenlarven stark durchsetzt und zersört ist, wieder davon zu reinigen. Dieser Versuch wurde in einem zweiten Bienenstocke angesetzt.

Dieser zweite Versuchsstock glich in seinen Ausmessungen dem ersten auf S. 342 beschriebenen. Die Art seiner Gestaltung hatte gegenüber dem ersteren eine Reihe von Vorzügen, deren praktische Notwendigkeit sich beim Arbeiten mit dem ersten Versuchsstock herausgestellt hatten. Er besaß an der Vorder- und Rückseite je zwei bewegliche Glasfenster und davor je zwei ebenso bewegliche Holzfenster. Die erster ermöglichten neben der Beobachtung der Vorgänge im Inneren das Auswechseln von Waben, letztere bildeten einen Schutz gegen Eindringen von Licht und Wärmeverlust. Der Auslauf am Stock war durch einen Metallschieber verschließbar und die 1,25 m lange, mit Drahtgaze bedeckte Auslaufrinne, die zum Flugloch führte, leicht auswechselbar, so daß ein Griff genügte, um sie abzusetzen. An der einen Längsseite befand sich zwischen dem Bodenbrett und der unteren Rahmenleiste der Fenster ein 2 cm hohes vierkantiges Brett in Breite des Stockes, nach dessen Herausnahme auf dem Boden des Stockes liegende tote Bienen, Abfälle usw. herausgebürstet werden konnten. Dieser zweite Versuchsstock (s. Abb. 25) wurde in dem gleichen Bodenraume wie der der erste Versuchsstock auf einem Tische aufgestellt. Sein Auslauf führt durch den zweiten Fensterbalken ins Freie.

Die Besetzung des Stockes erfolgte Ende Juni 1928 mit einem Nachschwarm mittlerer Größe. Der Stock enthielt 12 Halbrahmen, von welchen Rahmen 1—10 die üblichen käuflichen Mittelwände, Rahmen 11 eine selbst hergestellte Mittelwand aus dem kaltlöslichen Ätheranteil der Wabe (s. S. 324) und Rahmen 12 eine alte Brutwabe, welche völlig von Achroealarven besetzt und von ihnen zerfressen war, enthielten.

Etwa acht Wochen vor Einleitung des Versuches war die vorerwähnte Wabe in einem Versuchsglase von einer Anzahl von Achroeaweibchen mit Eiern belegt worden. In der Zeit, wo dieser Nachschwarm in den neuen Stock eingebracht wurde, befanden sich in der Wabe über hundert fast erwachsene Achroearaupen und zahlreiche Gespinste (siehe Abb. 25 links oben). Wie aus dieser Abbildung ersichtlich ist, hielt sich der größte Teil der Bienen am Tage nach dem Einbringen auf der rechten Seite des Stockes auf, da dort die Königin saß. Jedoch schon am nächsten Tage war eine Anzahl von Bienen (durchschnittlich nur 5—6 Stück) damit beschäftigt, alle Wachsmottenraupen und Fraßgänge

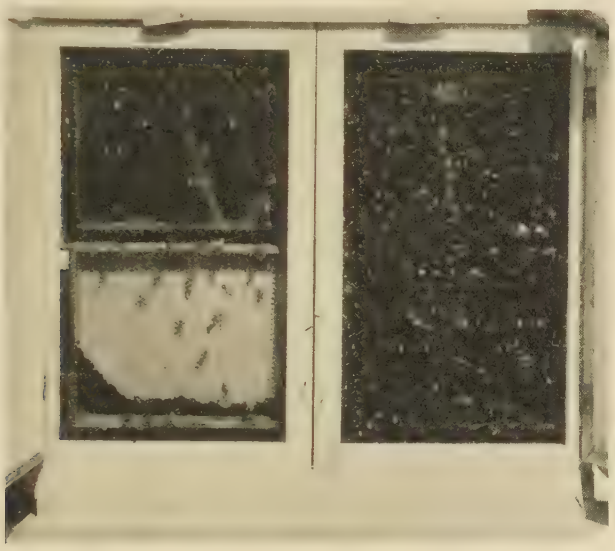


Abb. 25. Versuchsbienenstock. Links oben von Achroealarven zerfressene Wabe. Links unten Mittelwand aus dem ätherlöslichen Anteil der Brutwabe. $^1/_8$ der nat. Größe.

uns der Wabe zu entfernen, wobei sämtliche durch die Raupen angefressenen Stellen von den Bienen gleichmäßig und glatt, zum Teil bis auf die Mittelwand, abgenagt wurden. Die Wachsbröckchen, Raupen und Gespinste wurden zunächst nur auf den Boden des Stockes geworfen und erst einige Tage später aus dem Flugloch herausgetragen. Nach zwei Tagen waren bereits sämtliche Spuren der Wachsmottenlarven beseitigt und das Volk begann mit dem Wiederaufbau der Wabe zur Heranzucht neuer Brut. (Bei der Wiederherstellung der Brutwabe durch die Bienen wurde die Beobachtung gemacht, daß von den gleichen Bienen, welche die danebenliegenden Mittelwände zu schneeweißen, Jungfernwaben ausbauten, die alte braune Wabe mit Wachs von fast gleicher brauner Farbe ausgebessert wurde. Eine Erklärung hierfür scheint nicht unmittelbar gegeben zu sein, falls nicht der braune Farbstoff aus der alten Wabe in das neue Wachs eindringt.)

Späterhin wurden niemals Wachsmotten im Stocke beobachtet. So beweist auch dieser Versuch und sein Ablauf, ebenso wie die vorangegangenen, daß ein gesundes und kräftiges Bienenvolk, wie es ja gerade ein Schwarm vorstellt, sich in kürzester Zeit von einem starken künstlichen Befalle freimacht.

C. Praktischer Teil.

1. Biologische Bekämpfungsmöglichkeiten.

Bekanntlich hat man in der angewandten Entomologie die Möglichkeit, die Bekämpfung eines Schädlings auf biologischem, chemischem oder mechanischem Wege zu versuchen. — Die chemische Bekämpfung, welche bei Anwendung wirksamer (spezifischer) Mittel bisher immer die beste Aussicht auf Erfolg versprach, stößt in unserem besonderen Falle auf Schwierigkeiten. Wir haben es nämlich mit einem Schadinsekt zu tun, welches in dem Stocke eines anderen Insektes, nämlich der Biene, schmarotzt, so daß z. B. angewandte gasförmige Bekämpfungsmittel aller Voraussicht nach beide Insekten töten würden. Ferner dürften sich allgemein angewandte Fraßgifte wie z. B. Kieselfluornatrium u. a. m. wegen ihrer gleichen Giftwirkung für die Biene und wegen der Vergiftungsmöglichkeit des Honigs verbieten. Trotzdem wird aber das eingehende Studium der Biologie eines Schädlings in den meisten Fällen zur Auffindung von Angriffspunkten führen, welche eine Bekämpfung auf spezifischer, chemischer oder mechanischer Grundlage ermöglichen.

Zuerst soll hier Einiges über die Aussichten der biologischen Bekämpfungsmethode gesagt werden. Nach Paddock (20) sind als Parasiten der Wachsmotte (wobei aber nicht gesagt wird, ob die große oder die kleine Wachsmotte gemeint ist) drei Braconiden, drei Chalcididen und vier Ichneumoniden bekannt.

Bereits seit dem Jahre 1920 werden von Hase (9) Schlupfwespen-Massenzuchten im Laboratorium gehalten, die u. a als Parasiten der beiden Wachsmotten in Betracht kommen. Es sind dies der Eiparasit *Trichogramma evenescens* Westw., der Raupenparasit *Microbracon hebetor* Say. und der Raupen- und Puppenparasit *Dibrachys Boucheanus* Ratzebg. In letzterer Zeit kamen noch die Puppenschlupfwespe *Nasonia brevicornis* Ashm. und die Raupenschlupfwespe *Nemeritis canescens* Gray. hinzu.

Die mit Trichogramma angestellen Versuche sollen hier zuerst besprochen werden. Die winzig kleine Schlupfwespe parasitiert nach Hase (1. c.) über sechzig verschiedene Wirtseier. Deshalb lag die Vermutung nahe, daß sie auch die Eier der Biene anstechen würde. Um dies festzustellen, wurden einige Wabenstücke, in welchen sich frisch ab-

gelegte Arbeiterinnen- und Drohneneier befanden, in einer Glasschale mit einer größeren Zahl von Trichogramma besetzt. Auch bei wiederholten Versuchen wurde in keinem Falle ein Anstechen der Bieneneier durch Trichogramma erreicht, ein Ergebnis, welches für ihre Verwendung der biologischen Bekämpfung spräche. Isoliert man nämlich eine Anzahl von Achroeaeiern in einem Salznäpfchen (Embryoschale) und setzt dazu eine Anzahl von Trichogrammen, so erweisen sich nach einigen Tagen sämtliche Eier als angestochen und ergeben eine normale Trichogramma-Nachzucht. Setzt man aber eine größere Anzahl von Trichogrammen in ein gewöhnliches Zuchtglas mit einer Wachsmottenkultur, so gelingt es nicht, die Zucht hierdurch zum Erlöschen zu bringen (im Gegensatz zu Dibrachys, siehe weiter unten). Der Grund ist darin zu suchen, daß wie bereits oben erwähnt die Wachsmotten mit Vorliebe ihre Eier in Ritzen und Spalten ablegen. Daher gelingt es in solchem Falle den Trichogrammen nur die frei nach außen liegenden Eier anzustechen, während die tiefer gelegenen zur Entwicklung gelangen. (Da die Wirtseier bekanntlich nach dem Anstechen durch Trichogramma sich schwärzlich verfärben, ist ein nur teilweise am äußeren Rande parasitiertes Achroea-Gelege in einem Glasgefäß leicht zu erkennen.)

Wir sehen also, daß erstens die Eier der Biene von Trichogramma nicht angestochen werden, daß zweitens einzelne Eier von Achroea von einer genügenden Anzahl von Trichogrammen zu 100% parasitiert werden, daß aber drittens zusammenhängende Gelege, welche nicht von allen Seiten frei zugänglich sind, nur zum Teil angestochen werden. Deswegen dürfte *Trichogramma evanescens* zur biologischen Bekämpfung der kleinen Wachsmotte kaum geeignet sein.

Eine noch geringere Eignung zeigt die Raupenschlupfwespe *Microbracon hebetor* Say. Im Gegensatz zu der ungewöhnlich stark polyphagen Schlupfwespe Trichogramma scheint sie an weniger Wirte gebunden zu sein. An den Larven der Mehlmotte, von welchen übrigens auch das zu diesen Versuchen verwendete Zuchtmaterial stammte, ließ sie sich im Laboratorium jahrelang züchten. An anderen zur Verfügung stehenden Pyralidenraupen (Galleria, Pyrausta) gelang ihre Aufzucht nur in geringem Umfange. Auch bei den hier vorliegenden Versuchen, *Microbracon hebetor* an den Raupen von Achroea zu ziehen, wurde kein Erfolg erzielt. Obwohl vereinzelte Raupen in den kleinen Zuchtschalen sichtbar von ihr angestochen und gelähmt wurden, gelangten keine Eier zur Ablage und die Raupen trockneten in kurzer Zeit ein. Da also Microbracon ebenso wie Trichogramma eine in einem Zuchtglase befindliche Kultur von Wachsmotten nicht zum Erlöschen bringt, scheidet auch sie für die biologische Bekämpfung von Achroea aus.

Die dritte in dieser Versuchsreihe geprüfte Art ist die Raupen- und Puppenschlupfwespe *Dibrachys boucheanus* Ratzbg. Diese ist

wiederum, ähnlich wie Trichogramma, sehr polyphag. Hierdurch bietet sich aber ein großer Nachteil, da sie ebenso leicht Bienenlarven- und Puppen ansticht wie eingesponnene Larven und Puppen der kleinen Wachsmotte. Wenn also dem Parasiten in einem Bienenstocke neben einer möglicherweise beschränkten Anzahl von versteckt sitzenden Wachsmotten eine reichliche Menge von offenen oder gedeckelten Bienenbrutzellen zur Eiablage zur Verfügung stehen, so besteht wohl kaum die Aussicht, daß sie die ersteren besonders als Wirtstiere bevorzugen wird. Setzt man allerdings einige Dibrachys in eine in normaler Entwicklung befindlichen Wachsmottenkultur, so bringt die erstere durch ihr Anstechen die Kultur sehr bald völlig zum Erlöschen, eine Tatsache, die in wiederholten Versuchen festgestellt wurde.

Bei der oben erwähnten Schlupfwespe Nasonia finden wir ähnliche Verhältnisse wie bei Dibrachys. Die Schlupfwespe Nemeritis ähnelt in ihrem Verhalten zur Larve der kleinen Wachsmotte Microbracon. Sie sticht zwar die Raupen von Achroea in dem sogenannten „nickenden Stadium" oder nach dem Einspinnen an. Eine Nachkommenschaft konnte jedoch in keinem Falle erzielt werden, da das Lähmungsgift von Nemeritis auf die Achroearaupe im Gegensatz zur Raupe von *Ephestia kühniella* nicht lähmend, sondern tödlich wirkt.

Nach den hier durchgeführten Untersuchungen dürften unter gewissen Bedingungen Trichogramma, Dibrachys und Nasiona als verwendbare Parasiten der kleinen Wachsmotte in Frage kommen. Wieweit sie sich allerdings in der Praxis eignen würden, bedürfte noch genauester Nachprüfung. Sie zu empfehlen entspräche nicht den Ergebnissen der oben geschilderten Untersuchungen. — Ein Fall aus der Praxis wird von Tillgard (The principles of biological control in economic entomology. Biol. dep. Cawthron inst. Nelson N. Z. Nature Bd. 119. Nr 2988, S. 202—205 und Nr. 2989, S. 242—243, 1927) erwähnt. Nach seinen Angaben wurde in Neuseeland die Schlupfwespe Dibrachys zur Bekämpfung der Wachsmotte verwandt. Eine Tachine, welche man zur Bekämpfung von Ohrwürmern eingeführt hat, wurde aber wiederum von Dibrachys vernichtet. Hier stiftete also ein zur Vernichtung eines Schädlings eingeführter Parasit selbst Schaden durch die Ausrottung eines anderen nützlichen Parasiten. — Wieweit übrigens die Verwendung von Dibrachys gegenüber der Wachsmotte von tatsächlichem Erfolge begleitet war, geht aus der Arbeit Tillyards nicht hervor.

2. Chemische Bekämpfungsmöglichkeiten.

Die bekannten Forderungen, welche an ein chemisches Bekämpfungsmittel gestellt werden müssen, sind geringe Kosten, leichte Anwendbarkeit, Vermeidung von Feuersgefahr und möglichst große Unschädlichkeit für andere Organismen, d. h. nur spezifische aber auch sichere Wirkung gegen den Schädling. Aus diesem Grunde müßten, wie bereits

oben erwähnt, alle diejenigen chemischen Bekämpfungsmittel, welche eine Vergiftung der Bienen oder des Honigs herbeiführen könnten, von vornherein ausgeschaltet werden. Nur für die Wabenvorräte des Imkers dürften Begasungen mit sonst für die Biene auch giftigen Gasen zulässig sein. Die Abtötung der Wachsmotten in den Wabenvorräten ist nicht nur zu deren Erhaltung notwendig, sondern auch zur Verhinderung einer Massenentwicklung der kleinen Wachsmotte, die sonst notwendigerweise zu einer Weiterverbreitung auf die Bienenstöcke führen muß. — Die Wichtigkeit, Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Wachsmotten (Achroea und Galleria) zu ergreifen, betont Paddock (20) in seiner bereits oben erwähnten Arbeit, aus welcher folgendes hervorgehoben sei.

„Besonders in den letzten beiden Jahren sind verschiedene Versuche unternommen worden, die Wachsmotte mit gasförmigen Mitteln zu bekämpfen. In Amerika ist Schwefeldioxyd zwar billig und leicht anwendbar, aber besonders in seiner Wirkung auf die Eier unsicher, und beim Erzeugen von Schwefeldioxyd durch Verbrennen von Schwefel oder Schwefelkohlenstoff feuergefährlich. Schwefelkohlenstoff hat dieselben Vorteile und ist sogar wirksamer, hat aber den Nachteil der Explositvität. Tetrachlorkohlenstoff zeigt alle vorteilhaften Eigenschaften, ist aber, in Amerika wenigstens, verhältnismäßig teuer im Verbrauch. Blausäure ist zwar sehr wirksam aber lebensgefährlich. Paradichlorbenzol hat fast nur vorteilhafte Eigenschaften, jedoch hängt seine Wirksamkeit von Temperatur und Feuchtigkeit ab, weshalb noch eingehendere Untersuchungen über die jeweilige Dosierung anzustellen sind. Über eine ausgedehntere Anwendung von Zyklon liegen keine Nachrichten vor. Das gleiche gilt für Formalin, welches in England empfohlen wurde. Calziumcyanid muß noch in bezug auf seine Dosierung geprüft werden, da es neben den Vorteilen der Billigkeit, leichten Anwendung, Wirksamkeit und fehlender Feuergefährlichkeit den Nachteil der Gesundheitsgefährdung hat."

Aus den hier kurz wiedergegebenen Angaben Paddocks läßt sich nicht ersehen, ob Wachsmottenbekämpfung im Bienenstock selbst oder in einem Vergasungskasten für die Wabenvorräte gemeint ist. Das letztere ist aber wahrscheinlicher, da ja die Mehrzahl der von ihm angeführten Gase auch auf die Biene tötend wirken dürfte. Ein hier angestellter Versuch mit Calziumcyanid bei einer Blausäurekonzentration von weniger als einem Volumenprozent tötete ein mittleres Bienenvolk im Stocke in etwa zehn Minuten vollständig ab.

Bereits in der Einleitung zu der Frage der Bekämpfungsmaßnahmen im allgemeinen war darauf hingewiesen worden, daß die genaue Untersuchung der Biologie eines Schädlings faßt in jedem Falle irgendwo einen Angriffspunkt für eine Bekämpfungsmöglichkeit ergeben würde. Auch bei den hier angestellten Untersuchungen ergab sich ein Fingerzeig einer neuen Bekämpfungsmöglichkeit bei der Ausführung der Fraßuntersuchungen. Wie erinnerlich blieben die Raupen in einem Wachsblock über ein Jahr am Leben, ohne allerdings eine sichtbare Größenzunahme zu zeigen. Sogar in Paraffin fraßen sie mehrere Wochen lang und trockneten dann langsam ein. Diejenigen Raupen aber, welchen der kalt-ätherlösliche Anteil der Wabe als Nahrung vorgesetzt wurde, waren schon nach ein

bis zwei Tagen sämtlich tot. Hier muß also eine unmittelbare Giftwirkung vorliegen. Deswegen lag der Gedanke nahe, diese Eigenschaft der Substanz zur Bekämpfung von Achroea zu verwerten. Bei der Herstellung von Mittelwänden hieraus wäre es möglich, einen starken Wachsmottenbefall durch die verwendete Wabensubstanz selbst zum Absterben zu bringen.

Vorher mußte aber noch geprüft werden, wieweit dieser Stoff nicht nur auf die Wachsmottenlarven, sondern auch auf die Bienen, deren Brut und auf Warmblüter giftig wirkte. Zu letzterem Zwecke wurden weiße Mäuse eine Zeitlang mit der erwähnten Substanz und andere zur Kontrolle mit gewöhnlichem Wachs gefüttert, dazu erhielten sie nur etwas Wasser. Nachdem die Tiere acht Tage lang die gesamte ihnen täglich vorgelegte Wachsmenge in beiden Versuchsreihen aufgefressen hatten, ohne irgendwelche Krankheitserscheinungen zu zeigen, wurde der Versuch abgebrochen.

Es wurde nun aus dieser Substanz eine Mittelwand gegossen und diese in dem im Juni besetzten Versuchstock eingehängt (s. Abb. 25 links unten). Die Mittelwand wurde von den Bienen zu einer normalen Wabe ausgebaut, Honig und Pollen wurden eingetragen und auch Brut darin groß gezogen, die sich völlig normal entwickelte. Eine Schädigung der Bienen oder des Honigs bei der Verwendung des kaltätherlöslichen Anteils der Brutwabe als Mittelwand scheint also nicht zu bestehen. Man könnte ferner, da die Wachsmottenlarven zum großen Teil in Fugen und Ritzen und am Boden des Stockes ihre Wohngänge anlegen, auch an ein Ausstreichen des Stockes mit der flüssig gemachten Substanz als Bekämpfungsmaßnahme denken. Unerwähnt darf allerdings nicht bleiben, daß die Larve der kleinen Wachsmotte in den meisten Fällen oberhalb der Mittelwand bleibt und nur selten diese durchfrißt. Ein Erfolg dieser Bekämpfungsmaßnahme ist also nur bei starkem Auftreten der Wachsmottenraupen, also bei einer möglichen Nahrungsknappheit und dem dadurch fühlbarer werdenden Bedürfnis, möglichst nicht mit den Artgenossen in Berührung zu kommen, zu erwarten.

3. Sonstige allgemeine Bekämpfungsmöglichkeiten.

Das Ergebnis der künstlichen Infektion des Bienenstockes war die Tatsache, daß es einem gesunden, kräftigen Bienenvolke ohne weiteres gelingt, eines Befalles durch die kleine Wachsmotte Herr zu werden. Nun halten sich aber nicht nur die Falter der kleinen Wachsmotte vielfach außerhalb des Stockes auf, sondern auch die Raupen, um sich nur zur Nahrungsaufnahme in den Stock bezw. auf die Waben zu begeben. Deshalb wird sich die mechanische Bekämpfung, d. h. das Absuchen aller Falter und Raupen aus Spalten und Winkeln innerhalb und außerhalb des Stockes für den Imker kaum vermeiden lassen. Mit besonderer Vorliebe verpuppen sich die Wachsmottenraupen an den Filzplatten, welche

sich als Wärmeschutz auf der Rückseite des Bienenstockes befinden. Beim Absuchen ist es ratsam, neben den sichtbaren Tieren auch die Gespinste mit zu entfernen, da sich in ihnen auch meist Raupen befinden, und möglichst alles zu verbrennen. Der oben erwähnte Paddock zählt noch einige mechanische Bekämpfungsmaßnahmen auf. Nach seinen Angaben soll von deutscher Seite (allerdings ohne Quellenangabe seinerseits) das Aufstellen der Bienenstöcke auf Weißblech anstatt auf Brettern, das Einwickeln der Waben in Zeitungspapier und das Aufhängen von frischen oder getrockneten Tomatenblättern zur Fernhaltung der Wachsmotten empfehlenswert sein. Für den Entomologen stellen allerdings Fernhaltungsmaßregeln keine Bekämpfungsmittel dar.

Physikalische Verfahren, wie Anwendung von Hitze und Kälte dürften wegen ihrer Nebenwirkung auf Wachs und Bienen in der Praxis kaum in Frage kommen.

Über Versuche, die Falter des Nachts mit Licht anzuködern oder mit auf dieser Grundlage konstruierten Fallen zu fangen, konnte nichts Näheres ermittelt werden.

Nun ergab sich aber aus den vorerwähnten hier angestellten Untersuchungen über die Biologie des Schädlings noch eine weitere Bekämpfungsmöglichkeit. Wir haben oben gesehen, daß der männliche Falter durch ständiges Flügelschwirren einen stark wahrnehmbaren Duft um sich verbreitet, durch welchen die weiblichen Falter zur Paarung angelockt werden. Diese Erscheinung ließe sich zur Bekämpfung der kleinen Wachsmotte auswerten. Die Durchführung eines solchen Versuches war aus technischen Gründen nicht möglich. Seine Ausführung wäre aber analog den vorbeschriebenen Laboratoriumsversuchen etwa so zu denken. Entweder müßte man den Duftstoff syntetisch herstellen und ihn mit einem geeigneten Klebstoff besetzen, um so die anfliegenden Weibchen abzufangen oder man müßte eine größere Anzahl von Männchen in ein mit Gaze zugebundenes Glas setzen, mit einem geleimten Pappring versehen und in der Nähe der Bienenstöcke aufstellen. Der intensive Duft einer größeren Menge von männlichen Faltern in einem solchen Glase dürfte sicherlich eine stärkere und daher auch wirksamere Anlockung auf die frei fliegenden bisher nicht befruchteten Weibchen ausüben als der Duft eines einzelnen, vielleicht noch versteckt sitzenden Männchens. Zudem dürfte es keinem Imker schwer fallen, beim Vorhandensein von Wachsmotten, eine Anzahl von Männchen auf diese Art als Köder zu benutzen und so seine Bienenstöcke von Wachsmottenweibchen frei zu halten.

D. Zusammenfassung.

1. Die Lebensdauer der Männchen der kleinen Wachsmotte beträgt durchschnittlich 23 Tage, während die weiblichen Falter nur 7 Tage leben.

2. Bei den Weibchen erfolgt nur eine einmalige Paarung gegenüber einer mehrmaligen bei den Männchen.

3. Die Männchen erzeugen einen stark wahrnehmbaren aromatischen Duft, welchen sie durch ständiges Schwirren mit den Flügeln in einem bestimmten Umkreise verbreiten. Durch diesen Duft werden die Weibchen zur Paarung angelockt.

4. Die durchschnittliche Zahl der abgelegten Eier beträgt 250 bis 300 Stück. Im Höchstfalle wurden 460 Stück gezählt. Eine Eiablage ohne vorangegangene Paarung findet nur ausnahmsweise und in geringem Umfange statt. Eine parthenogenetische Eientwicklung erfolgt nicht.

5. Die Entwicklungszeit der Eier liegt zwischen verhältnismäßig engen Temperaturgrenzen. Das Schlüpfen der Jungraupen erfolgt bei 30° C. nach fünf Tagen, bei 20° nach zehn Tagen und bei 16° nach 22 Tagen. Unterhalb und oberhalb dieser Temperaturen findet kein Schlüpfen mehr statt. Nach mehrwöchentlichem Aufenthalt bei Temperaturen unter 16° sind die Eier nach Überführen in Zimmertemperatur nicht mehr entwicklungsfähig, wodurch sich eine Überwinterung der Eier ausschließt.

6. Die frischgeschlüpften Larven im ersten und zweiten Häutungsstadium können sich bei Berührung oder bei Erschütterung der Unterlage, auf der sie sich befinden, kugelförmig zusammenrollen und so durch einfaches Fortrollen auf schräger Fläche der Verfolgung entziehen.

7. Die Larven leben in selbst gesponnenen Fraßgängen. Diese werden entweder in der Wabe selbst angelegt oder außerhalb der Wabe und dann mit Wachs oder Kotteilchen beklebt. Zur Nahrungsaufnahme werden die letzteren verlassen und danach wieder aufgesucht.

8. Zur Aufzucht der Larven eignen sich am besten alte Brutwaben mit Puppenhüllen vieler Generationen und Honig- und Pollenresten. Besonders große Tiere wurden an alten Brutwaben voll Honig gezogen, obwohl derselbe allein nicht angenommen wird. Ist die Larve aber gezwungen, ihn mit der Wabennahrung aufzunehmen, so übt er eine wachstumfördernde Wirkung aus.

9. Die Aufzucht von Achroearaupen gelingt auch ohne jede Wachsnahrung mit dem peptonisierten Pollen aus den Vorratszellen der Bienen, mit chemisch isolierten Puppenhüllen aus Brutwaben, aber auch ohne diese Stoffe mit verschiedenen Wachsfraktionen, ja sogar mit aus Kot wiedergewonnenem Wachse (Wachsanteil des Kotes bis zu 60%).

10. An zu einem Block zusammengeschmolzenen Wachse, bestimmten Wachsfraktionen und reinem Blütenpollen ist eine Aufzucht nicht möglich.

Setzt man den Larven den kalt-ätherlöslichen Anteil der Bienenwabe als Nahrung vor, so erfolgt innerhalb von zwei Tagen 100prozentiges Absterben.

11. Die einzelnen Stadien reagieren auf verschiedene Temperaturen verschieden. Am empfindlichsten sind die Eier und Falter, etwas weniger die Puppen, während die Raupen gegen Temperaturen von — 1 bis + 36° C ziemlich widerstandsfähig sind. Aus diesem Grunde stellen die Raupen auch das überwinternde Stadium der kleinen Wachsmotte dar. Allgemein ist *Achroea grisella* an die Temperaturen im Bienenstock gut angepaßt.

12. Das Eindringen von Wachsmotten in einen Bienenstock ist für den praktischen Imker ein sicheres Anzeichen für einen schlechten Zustand des betreffenden Volkes. Ein gesundes und kräftiges Volk ist imstande, einen künstlich stark infizierten Stock in kurzer Zeit von allen Wachsmotten zu reinigen und auch keine Entwicklung darin aufkommen zu lassen.

13. Eine befriedigende biologische Bekämpfung der kleinen Wachsmotte ist noch nicht gefunden.

14. Die chemische Bekämpfung könnte mit Mittelrahmen aus solcher Substanz versucht werden, deren Genuß zwar die Wachsmottenlarven abtötet, aber für Bienen und Honig gefahrlos ist.

15. Zur mechanischen Bekämpfung könnte man die Köderwirkung des Duftstoffes der männlichen Falter heranziehen. Trotzdem wird sich die Durchsicht der Stöcke auf Befall und einer Entfernung der Schädlinge durch Herausnehmen mit der Hand nicht vermeiden lassen.

16. Für die Wabenvorräte des Imkers dürfte sich eine Durchgasung in gut abdichtbarem Raume mit Schwefeldioxyd, Schwefelkohlenstoff (feuergefährlich!), Tetrachlorkohlenstoff u. a. m. empfehlen.

Literatur.

1. Bahr, L., Die Krankheiten der Honigbiene und ihrer Brut. D. T. W., Bd. 24, Nr. 28—29. 1916.
2. Barreto, B. T., Enfermedades y Enemijos de las Abejas en Cube. Agricultura I, Nr. 12, S. 4—7, Santiago de las Vegas, 1924.
3. Braßler, K., Die Wachsmotte. Die deutsche Biene. 9. Jahrg., H. 6, S. 155, 1928.
4. McDougall, R. S., Bee Diseases and Bee Enemies. Trans. Highland a. Agr. Soc. of Scotland, Reprint, 1914.
5. Earp, E. A., The Wax-Moth and its Control. N. Z. Jl. Agric. 31, Nr. 1, S. 26—28, Wellington, 1925.
6. Feile, W., Die Wachsmotten, ihr Leben, ihr Schaden und ihre Bekämpfung. Die Bienenpflege. Bd. 49, I, S, 14, 1927.
7. Ghosh, C. C., Reports by the Entomologist. Mandaly, for years ended, S. 1—14, 1922, S. 1—19, 1923, Rangoon 1923 und 1924.
8. Hase, A., Biologie der Schlupfwespe *Habrobracon brevicornis Wesmael*, Braconidae. Arb. a. d. biol. Reichsanstalt, Bd. 11, H. 2, S. 95—179, 1922.
9. — — Beiträge zur Lebensgeschichte der Schlupfwespe *Trichogramma evanescens Westwood* Arb. a. d. Biol. Reichsanst., Bd. 14, H. 2, S. 171—224, 1925.

10. Hase, A., Über die Nester der Wachsmottenraupen und der Aphomiaraupen. Arb. a. d. Biol. Reichsanst., Bd. 14, H. 4, 1926.
11. — — Über Wärmeentwicklung in Kolonien von Wachsmottenraupen. Die Naturwissenschaften, 14. Jahrg., H. 45, 1926.
12. — — Halten und Züchten von Insekten. In: Methodik der wissenschaftlichen Biologie, 2. Bd., S. 272, Berlin, Julius Springer, 1928.
13. — — Physiologische und ökologische Forschungen als Grundlagen praktischer Maßnahmen. Anz. f. Schädlingsk., IV. Jahrg., H. 5, 1928.
14. Himmer, A., Die Wärme im Bienenvolk. Mitt. d. D. L. G. 3, S. 45—50, 1928.
15. McIndoo, N. E., Effects of Nicotine as an Insecticide III. Agric. Res. Washington D. C. III, Nr. 3, S. 89—122, 1916.
16. Kaempf, R., Studie über die Lebensweise der Wachsmotten. Leipzig, Bienenztg, Jahrg. 98, H. 8, S. 116—117, 1898.
17. Kunike, G., Beiträge zur Biologie der kleinen Wachsmotte *Achroea grisella* Fabr. in: Ber. über die VII. Mitgl.-Vers. Anz. f. Schädlingsk., IV. Jahrg., H. 7, S. 94, 1928.
18. Losy, J., Die große und die kleine Wachsmotte. Rovart. Lapok, 14, S. 102—109, 1907.
19. Paddock, F. B., The Spread of the Bee Moth. The Bee World, IX, 2, S. 19—21, 1928.
20. — — The Control of the Bee-Moth. Journ. of. Ec. Ent. 21, 2, S. 353—357, 1928.
21. Petch, C. B., Insects of Quebec for the Year 1912. Ann. Rep. Ent. Sec. of Ontario, S. 72—75, 1913.
22. Surface, H. A., Pests of Domestik Animals, Household and Buildings, Bush Fruits and Lawn Plants. Bi. Monthly Zool. Bull. Div. Zool. Pennsylvania Dept. Agr. III, Nr. 1, 1913.
23. Tullgren, Alb., Skadedjur i Sverige Aren 1912—1916. Meddelande fran Centralanstalten för Jorsbruksförsok, Nr. 152, Entomologiska Avdelningen, Nr. 27, S. 104, Schweden.
24. Winterstein, Handbuch der vergleichenden Physiologie, II, 1, S. 882—883, Jena, Gustav Fischer, 1911.
25. Zander, E., Die Bekämpfung der Wachsmotten mit Blausäure (Cyanwasserstoff). Ztschr. f. angew. Ent. V., Nr. 1, S. 127—128, 1919.
26. — — Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. Handb. d. Bienenk. in Einzeldarst., Stuttgart, Eugen Ulmer, 1921.

Versuche über den Gaswechsel bei Insekten und deren Bedeutung für Fragen der angewandten Entomologie.[1]

Von

Friedrich Bock.

(Aus dem Laboratorium für physiologische Zoologie der Biologischen Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.)

(Mit 9 Abbildungen.)

Das Gesamtleben eines Organismus ist abhängig und wesentlich bedingt durch eine lückenlose Kette chemischer Prozesse, die sich in seinem Körper abspielen. Diese chemischen Vorgänge sind die Energiequellen für das Leben und die Lebensäußerungen. Besonders markante Lebensäußerungen sind begleitet von qualitativ oder quantitativ ausgezeichneten chemischen Vorgängen. Bei Bewegungen z. B., also bei Kontraktionen der Muskulatur, finden bestimmte, wenigstens für den Wirbeltierkörper genau erforschte Stoffumsetzungen statt. Aber auch äußerlich zunächst nicht kontrollierbare Vorgänge wie Tätigkeit der Drüsen, intracelluläre Prozesse (Auftreten von Mitosen usw.) finden ihren Niederschlag in chemischen Umsetzungen, die sicherlich zum mindesten einen Teil dieser Vorgänge erst ermöglichen und veranlassen. In diesen seinen Lebensäußerungen und Vorgängen ist ein jeglicher Organismus in weitgehendem Maße von Außenwelt- und Innenweltfaktoren abhängig, wie er es auch in der Art und Intensität seiner chemischen Umsetzung ist. Veränderungen des Chemismus als Reaktion auf solche Innen- und Außenfaktoren treten oft eher in Erscheinung als morphologische Veränderungen, und bieten daher zuweilen eine sehr geeignete Möglichkeit zu Rückschlüssen auf den physiologischen Zustand des Organismus. Für die Intensität sind von den Außenfaktoren im wesentlichen solche physikalischer Natur maßgebend, wie etwa die Temperatur, während Außenfaktoren mehr chemischer Art, etwa Zusammensetzung der Nahrung, zur Hauptsache eine qualitative Veränderung dieser Vorgänge bedingen. Die Innenfaktoren,

[1]) Nach einem in der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem am 16. Oktober 1929 gehaltenen Vortrag.

die oft nicht streng von den Außenfaktoren zu trennen sind, können sowohl Intensität wie Natur der chemischen Vorgänge wesentlich beeinflussen. Solche Innenweltfaktoren sind u. a.: Artspezifische Merkmale, Erbmasse, Entwicklungszustand und Alter, nervöse Impulse (zum mindesten bei den höher organisierten Tieren), bei Wirbeltieren auch Tätigkeit der intersekretorischen Drüsen. So läßt sich nachweisen, daß der Chemismus im weiblichen Körper ein anderer ist, als der im männlichen. Aus bestimmten chemischen Reaktionen des Blutes läßt sich sogar mit ziemlicher Sicherheit auf das Geschlecht (jedenfalls beim Menschen) schließen. Untersuchungen amerikanischer Forscher (Fink 1925, Taylor 1927) legen die Vermutung nahe, daß auch bei manchen Insekten die Geschlechter gut kontrollierbare Unterschiede im Chemismus besitzen, wobei jedoch innersekretorische Einflüsse von seiten der Gonaden, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle spielen dürften.

Es wäre natürlich wünschenswert, die stofflichen Vorgänge und Veränderungen während des Lebenszyklus eines Organismus sowohl summarisch wie für jede einzelne Phase der Entwicklung bezw. des physiologischen Zustandes exakt chemisch und physikochemisch zu erfassen. Daß man von einer Lösung dieser Forderung noch sehr weit entfernt ist, braucht nicht besonders betont zu werden. Sie wird wohl immer ein Ideal der Forschung bleiben. Nun gibt uns glücklicherweise der mit den stofflichen Umsetzungen eng verbundene Gaswechsel eine gute Handhabe, sich relativ bequem einen gewissen Einblick in die stofflichen Umsetzungen zu verschaffen. Aus der Größe des Gaswechsels können wir auf die Intensität der übrigen chemischen Vorgänge schließen. Auch gewisse Rückschlüsse auf die Art der Stoffwechselvorgänge sind bekanntlich möglich.

Der Gaswechsel der meisten tierischen Organismen besteht im wesentlichen aus der Aufnahme von Sauerstoff aus dem umgebenden Medium und aus der Abgabe von Kohlensäure. Auf Ausnahmen kann hier nicht eingegangen werden. Um also vergleichsweise Anhaltspunkte über Intensität und Art des Gesamtstoffwechsels zu bekommen, ist es erforderlich, Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureabgabe quantitativ zu bestimmen. Die Abgabe anderer gasförmiger Stoffwechselprodukte, etwa die von Stickstoff, ist bei den Tieren so gering — durch Krogh (1906) wurde solches auch für Insekten festgestellt — daß sie unberücksichtigt bleiben kann. Allerdings wurde von Weinland (1906) und Sosnowski (1902) für manche Dipteren-Larven eine sogar recht erhebliche Ammoniakgasabscheidung nachgewiesen. Doch dürfte wohl dieser für die Bewertung der Atmung keine direkte Bedeutung zugesprochen werden.

Ist die Entwicklung des Organismus vom Ei bis zum physiologischen Tod eine wesentlich direkte, so ist auch für den Gaswechsel in qualitativer wie quantitativer Hinsicht eine entsprechende Kontinuität zu erwarten. Diese wird nur durch besondere physiologische Ereignisse oder Wachstumsvorgänge, etwa durch periodisches Eintreten der Geschlechtlichkeit

oder durch das Auftreten von Häutungen in bedeutendem Maße unterbrochen. Die Entfernung vom Beginn der Entwicklung bezw. vom Endpunkt, dem natürlichen Tod, hat auf die Intensität des Stoffwechsels einen Einfluß, der im einzelnen von Spezies und Individuum abhängig sein wird, im großen und ganzen aber wahrscheinlich einer allgemeineren Gesetzmäßigkeit unterworfen sein dürfte. Anders liegen die Verhältnisse bei solchen Tieren, deren Entwicklung keine direkte ist, sondern deren Leben durch eine Metamorphose gewissermaßen in mehrere Abschnitte zerlegt wird. Zu diesen gehört ja die Mehrzahl der Insekten. Vor der Metamorphose findet eine im wesentlichen geradlinige Entwicklung zur

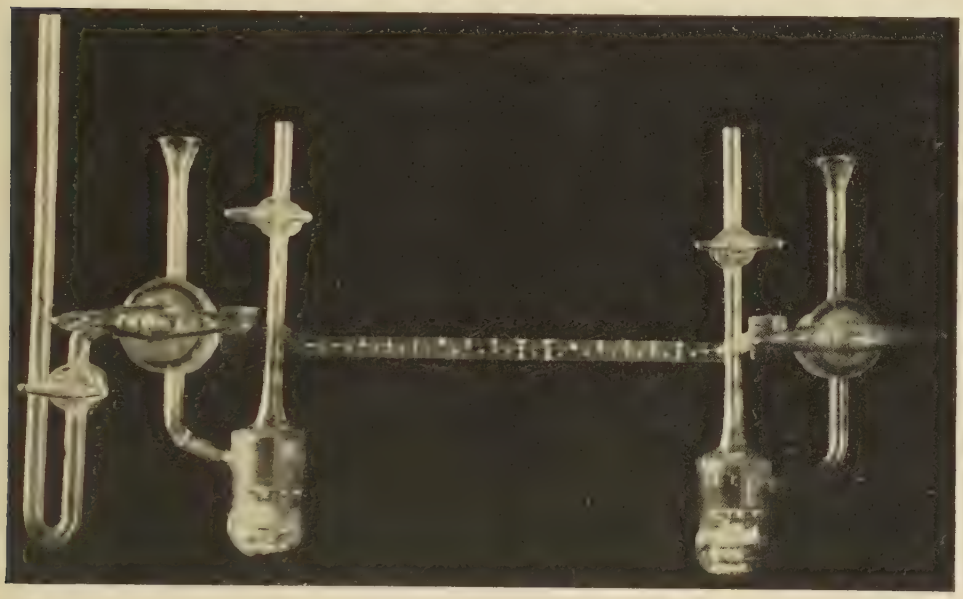


Abb. 1. Der Respirationsapparat. ($^1/_3$ der nat. Gr.)

Larvenform statt, nach der Metamorphose das geschlechtsreife Tier, während der Metamorphose das Ende des einen Stadiums und die Herausbildung des anderen. Es ist von vornherein zu erwarten, daß diese doch recht scharf getrennten Entwicklungszustände von sehr verschiedenartigen Stoffwechselvorgängen begleitet sind. Erhebliche qualitative Differenzen sind dann zu erwarten, wenn Larve und Imago ganz verschiedenartige Nahrung zu sich nehmen.

Von ganz besonderem Interesse und daher auch vielfach Gegenstand der Untersuchungen sind die Puppen als die Stadien des Übergangs. Gerade diese sind für Stoffwechseluntersuchungen auch deshalb besonders geeignet, da während dieser Zeit Nahrungsaufnahme unterbleibt, und die Bewegungen der Tiere auf ein Mindestmaß herabgesetzt sind. Dadurch wird der eigentliche und für die Untersuchungen besonders wichtige

Baustoffwechsel nicht durch den Betriebsstoffwechsel überdeckt. Auch meine Untersuchungen beziehen sich im wesentlichen auf das Puppenstadium und zwar auf das der Fliegen: *Calliphora vomitoria* L. und *Lucilia caesar* L. Diese Fliegenpuppen stehen im Sommer in großer Menge zur Verfügung. Die Puppenzeit ist ziemlich kurz (etwa 8 bezw. 10 Tage bei 25°); die Puppen selbst sind von handlicher Größe. Ehe ich auf die Resultate selbst eingehe, möchte ich kurz die Methode erläutern, ohne mich bei Einzelheiten aufzuhalten.

Zwei verschiedene Methoden führen zum Ziel. Nach der einen untersucht man chemisch-gasanalytisch die Luft eines dicht geschlossenen Raumes, in dem der betreffende Organismus während einer bestimmten Zeit geatmet hat. Oder aber — und das ist das Prinzip der zweiten Methode — man stellt die Veränderung des Luftdruckes während einer bestimmten Atemperiode fest und schließt daraus auf die Sauerstoffaufnahme, bezw. Kohlensäureabgabe. Für Messungen nach dem letzteren

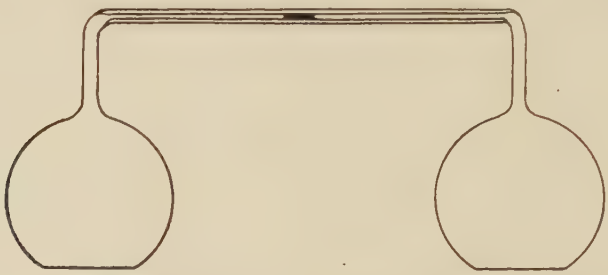


Abb. 2. Schema für das Prinzip des Atmungsapparates. (Erklärung im Text.)

Prinzip sind durch das Verdienst von Krogh und Winterstein Apparate eingeführt worden, die das Arbeiten verhältnismäßig bequem gestalten und zugleich sehr genaue Resultate liefern. In neuerer Zeit werden daher die Messungen über den Gaswechsel mit solchen Apparaten ausgeführt, wenigstens wenn es sich um kleine, luftatmende Tiere handelt. In Abb. 1 ist der Atmungsapparat dargestellt, der für meine Messungen benutzt wurde. Er lehnt sich an das von Winterstein gegebene Prinzip an, ist aber von mir erheblich verändert.[1])

Zur Erläuterung des Prinzips seien kurz folgende Angaben gemacht. Ein geschlossenes Glasgefäß (Abb. 2) steht mit einer Manometerkapillare in Verbindung. Die Kapillare ist durch einen Flüssigkeitstropfen (Petroleum mit Sudan gefärbt) abgeschlossen. In dem Gefäß befinden sich die zu untersuchenden Tiere. Durch die Atmung wird eine Veränderung des Luftvolumens bedingt, was durch ein Wandern des Petroleumtropfens an-

[1]) Der Apparat wurde nach meinen Angaben von Herrn K. Klein am Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem hergestellt. Eine genaue Beschreibung und die Ableitung der zur Berechnung erforderlichen Formeln erfolgt an anderer Stelle. (Zeitschr. Instrumentenkunde, Bd. 50.)

gezeigt wird. Ist die Kapillare am entgegengesetzten Ende offen, so ist man im weitgehenden Maße abhängig von Änderungen des äußeren Luftdruckes und der Temperatur. Es ist daher vorteilhaft, die Kapillare am anderen Ende mit einem zweiten Gefäß, dem Kompensationsgefäß, zu verbinden, das zweckmäßig von möglichst gleicher Form und Größe ist wie das Versuchsgefäß. Durch die Verschiebungen des Petroleumtropfens werden jedoch nun nicht mehr direkt die Volumenveränderungen angezeigt, sondern nur die Veränderungen des Gasdruckes. Aber hieraus läßt sich nach bestimmten Formeln die Volumenänderung berechnen. Trotz dieses Kompensationsgefäßes ist es notwendig, den Atmungsapparat während des Versuches in konstanter Temperatur zu halten. Der Apparat wird dazu in ein Wasserbad gehängt, in dem das Wasser in ständiger Bewegung ist. Während des Versuches blieb die Temperatur um $^1/_5{}^0$ konstant.

Bringt man zusammen mit den Tieren Kalilauge oder Natronkalk in geeigneter Weise in das Versuchsgefäß, so wird die von den Tieren ausgeschiedene Kohlensäure absorbiert und der entstandene Unterdruck wird allein durch den Verbrauch von Sauerstoff bedingt. Sind die Tiere jedoch ohne solch ein Absorptionsmittel in dem Behälter, so vermindert sich der Unterdruck um die von den Tieren wieder ausgeschiedene Kohlensäure. Ist

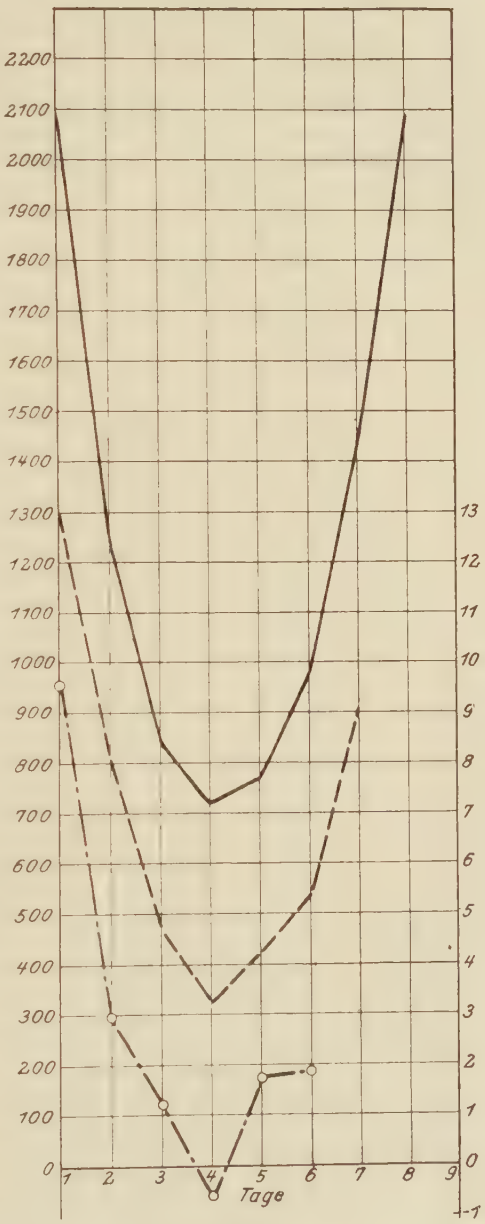


Abb. 3.

Graphische Darstellung des Sauerstoffverbrauches (———), der Kohlensäureabgabe (— — —) und der relativen Gewichtsabnahme (—.—.—) bei Lucilia-Puppen. Auf der linken Ordinate geben die Zahlen die betr. ccm an, und auf der rechten Ordinate die relative Gewichtsabnahme in %. Die Zahlen auf der Abszisse geben in dieser wie in allen nachfolgenden Kurven die Beobachtungstage an.

die abgegebene Kohlensäure gleich dem aufgenommenen Sauerstoff (dem Volumen nach), so tritt in dem Versuchsgefäß überhaupt keine Veränderung des Druckes ein, und der Tropfen muß unverändert an derselben Stelle stehen bleiben. Meistens ist jedoch die abgeschiedene Kohlensäure dem Volumen nach geringer als der aufgenommene Sauerstoff. Der Tropfen wandert dementsprechend zum Versuchsgefäß hin,

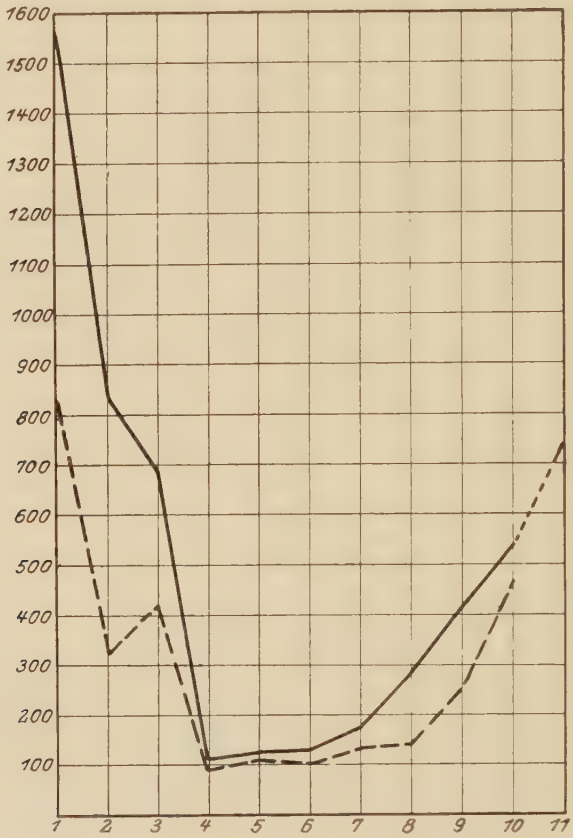


Abb. 4. Relativer Sauerstoffverbrauch (————) und relative Kohlensäureabgabe (— — —) von Fliegenpuppen (*Calliphora vomitoria*). Bei Zimmertemperatur 18—22°.

wobei der Unterdruck durch den Unterschied: $O_2 — CO_2$ bedingt ist. Da der Sauerstoffverbrauch nach der oben angegebenen Weise zu ermitteln ist, so ist aus der zweiten Beobachtung auch die abgegebene Kohlensäure zu errechnen.

Der Apparat ist so gebaut, daß die Messung für den Sauerstoffverbrauch und die zur Bestimmung der Differenz ($O_2 — CO_2$) unmittelbar hintereinander folgen können, ohne daß der Apparat neu beschickt werden muß.

Messen wir nun täglich den Sauerstoffverbrauch der Fliegenpuppen von der Verpuppung bis zum Schlüpfen, so ist festzustellen, daß in den

ersten Tagen der Sauerstoffverbrauch, also auch die Stoffwechselintensität beträchtlich sinkt. Er bleibt für einige Zeit auf sehr niedrigem Stand und nimmt dann wieder erheblich zu. Die Daten sind in nachstehender Tabelle angegeben und werden in der Kurve der Abb. 3 graphisch dargestellt. Die wiedergegebene Kurve stellt keine chematisierte dar, sondern entspricht dem tatsächlichen Verlauf von Versuch C, in dem täglich 10 Lucilia Puppen untersucht wurden. Die Befunde decken sich durch-

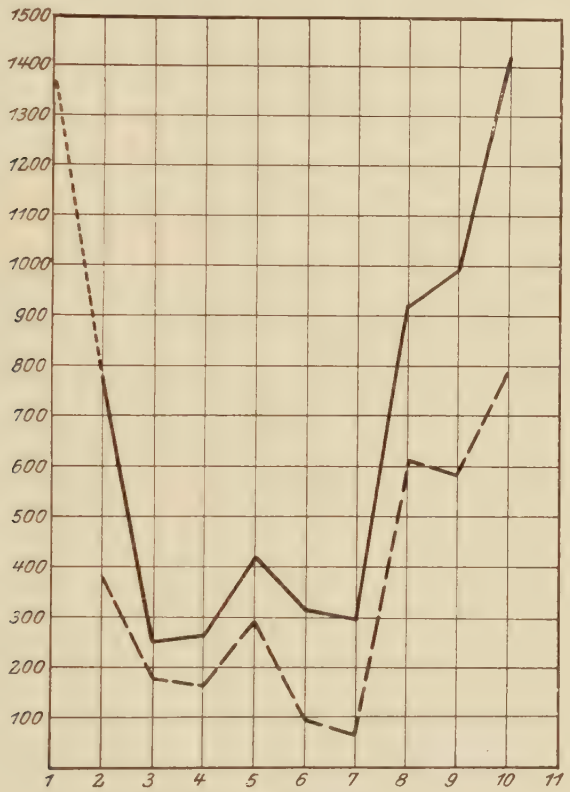


Abb. 5. Wie Abb. 4 bei 25°.

aus mit den von anderen Autoren, zuletzt von Taylor (1927) gemachten Angaben. Nicht immer besteht die gleiche Regelmäßigkeit wie bei diesem Versuch, sondern es sind kleinere Unregelmäßigkeiten zu bemerken (Abb. 4 und 5), die aber der Kurve kein wesentlich anderes Gepräge geben.

Die in der Tabelle aufgeführten Zahlen ebenso die der Kurve zugrunde gelegten geben an, wieviel Kubikzentimeter Sauerstoff 1000 g Tiere in einer Stunde verbrauchen. Das Volumen Sauerstoff ist dabei immer auf 0° C und 760 mm Hg. Luftdruck reduziert. Man hat so Zahlenwerte, die miteinander vergleichbar und in gewisser Weise von der Größe des Objektes unabhängig sind. Der absolute Verbrauch

an Sauerstoff wird bei einem kleinen Tier im allgemeinen geringer sein als bei einem großen. Im Vergleich aber zum jeweiligen Körpergewicht kann sich das Verhältnis sehr wesentlich verschieben.

Tabelle I.

Tag	Gewicht	Rel. Gewichtsverlust in %	O_2	CO_2	RQ
1. . .	0,209	—	2090	1291	0,618
2. . .	0,189	9,56	1260	810	0,643 [1]
3. . .	0,165	2,94	858	464,5	0,542
4. . .	0,163	1,215	725	322	0,444 [2]
5. . .	0,164	— 0,613	773	428	0,541
6. . .	0,161	1,83	970	549,5	0,566
7. . .	0,158	1,86	1442	913	0,633
8. . .	0,144	—	2110	1675	0,797 [3]

Die einzelnen Teile der Kurve fallen zusammen mit den verschiedenen morphologischen Vorgängen während der Puppenzeit. Diese sind schon frühzeitig und wiederholt untersucht worden (Kowalewsky 1887, Rees 1888, Berlese 1913 u. a.). Jedoch sind unsere Kenntnisse über sie noch sehr lückenhaft. In den ersten Tagen der Puppenzeit erfolgt eine Einschmelzung des Larvengewebes, d. h. eine Umwandlung differenzierten Materials in undifferenziertes. Dieses undifferenzierte Material hat eine weit geringere Arbeit zu leisten als die differenzierten Zellen, die eigentlichen Funktionen des Organismus selbst werden auf ein Minimum zurückgeführt. Bestehen bleibt im Wesentlichen nur der Stoffwechsel, der zur Erhaltung, Vermehrung und Entwicklung der Zellen selbst erforderlich ist. Mit der Entwicklung zur Imago spezialisieren sich die Zellen und verrichten meist zu Organen zusammengeschlossen eine bestimmte Arbeit. Durch diese Spezialisierung und Organisation wird die Arbeitsleistung erhöht, der Stoffwechsel und hier speziell der Gaswechsel nimmt entsprechend an Intensität zu: aufsteigender Ast der Kurve. Der Sauerstoffverbrauch der Imagines selbst ist noch erheblich größer als der der Puppen gegen Ende der Puppenzeit. Die Muskeltätigkeit trägt wesentlich zu dieser Erhöhung bei. Die ausgeschlüpfte Fliege (*Lucilia*) braucht 4—5000 ccm Sauerstoff pro Kilogramm Gewicht bei 25° C, gegenüber höchstens 2000 ccm gegen Ende der Puppenzeit; eine soeben ausgeschlüpfte Biene verbraucht 2300 ccm Sauerstoff pro Kilogramm Gewicht bei 25° C.

Bei einem genauen Vergleich zwischen Entwicklungszustand und Stoffwechselintensität — ein Vergleich, den durchzuführen bisher leider

[1]) Nach dem 2. Tag eine Fliegenpuppe zerquetscht, im folgenden nur noch 9 Fl.-Pp.

[2]) Zwischen 4. und 5. Tag waren die Puppen in feuchter Luft.

[3]) Vor Beginn des Versuches war eine Fliege geschlüpft, im Versuch also bloß 8 Fl.-Pp. Während der $\triangle$-Bestimmung sind 4 weitere Tiere geschlüpft.

keine Gelegenheit war — muß es bei diesem oder ähnlichem Objekt und dieser Methode möglich sein zu erkennen, welcher Unterschied zwischen undifferenziertem und spezialisiertem Gewebe hinsichtlich der Arbeitsintensität besteht. Wir haben eine Handhabe, den Vorteil der Spezialisierung exakt zu erfassen, was nicht nur speziell, sondern allgemein ontogenetisch und phylogenetisch von Bedeutung ist.

Während der Puppenzeit wird keine Nahrung aufgenommen. Die Vorgänge der Entwicklung und somit auch die des Stoffwechsels gehen dennoch weiter. Die notwendige Folge ist eine allmähliche Gewichtsabnahme, wie es auch in ganz ähnlicher Weise bei der Entwicklung der Eier festzustellen ist. Die Gewichte sind in der Tabelle I (S. 364) verzeichnet. Es ist zu erkennen, daß in den ersten Tagen das Gewicht ziemlich schnell abnimmt, dann allmählich langsamer und gegen Schluß wieder schneller. Um diese Verhältnisse besser zum Ausdruck zu bringen, ist in der Abb. 3 die relative prozentuale Gewichtsabnahme graphisch dargestellt. Die Kurve, die wir so erhalten, hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Sauerstoffverbrauchkurve. Zu Anfang der Puppenzeit ist der Gewichtsverlust besonders auffallend, was zum Teil durch die Abgabe von Wasser bedingt ist. Wasser wird nicht nur als Endprodukt einer Oxydation abgegeben, sondern das Plasma erfährt eine Eindickung, also eine Änderung des Kolloidzustandes. Wegen der Wasserabgabe ist den Versuchsgefäßen Chlorkalzium beizugeben. Eine Schädigung der Fliegenpuppen findet dadurch nicht statt. Zur Kontrolle wurden sie tagelang mit Chlorkalzium zusammen in einem Gefäß eingeschlossen. Die Fliegen kamen dennoch normal zum Schlüpfen.

Die Kurve, die die Abgabe der Kohlensäure wiedergibt (Abb. 3—5), läuft ebenfalls der für die Sauerstoffaufnahme im wesentlichen parallel. Dennoch ist deutlich zu erkennen, daß das Verhältnis $CO_2 : O_2$, also der Respirationsquotient (RQ) Schwankungen unterliegt. In Tabelle I (S. 364) sind die Werte für RQ verzeichnet. Bekanntlich kann man aus der Größe des Respirationsquotienten auf bestimmte Vorgänge im Innern des Körpers schließen. Bei der Verbrennung von Kohlehydraten ist das Volumen der gebildeten Kohlensäure gleich dem Volumen des verbrauchten Sauerstoffes. ($C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 = 6\ CO_2 + 6\ H_2O$). Bei der Oxydation von Eiweiß und Fett wird jedoch ein Teil des aufgenommenen Sauerstoffes zur Bildung von Wasser verbraucht. Bei Verbrennung von Eiweiß ist RQ = 0,77—0,82, bei der von Fett = 0,7. Die in unserem Versuche gewonnenen Zahlen ergaben sehr niedrige Werte und weisen auf einen Fettstoffwechsel hin. Ein solcher wurde ja durch die chemisch-analytischen Untersuchungen von Weinland (1905—1909) festgestellt. Aus Fliegenpuppen erhält man zu Beginn ihrer Puppenzeit einen Petrolätherextrakt, der etwa 22% der Trockensubstanz ausmacht, gegen Ende der Puppenzeit nur noch einen solchen in Höhe von 3,3—4% der Trockensubstanz. Der Respirationsquotient ist jedoch meist niedriger als 0,7.

Tabelle II.

Nr.	Protokoll-Nr.	Zahl	Bezeichnung	Gewicht eines Tieres mg	O_2 ccm / kg Std.	CO_2 ccm / kg Std.	RQ	O_2 ccm / Tier Std.	Tag der Entwicklung[1])
1	6	10	junge Rundmade	4	952	780	0,82	3,81	2.
2	7	10	desgl.	18,3	1143	875	0,765	20,9	2.—3.
3	4	10	mittlere Rundmade	71,3	925	620	0,668	66,2	3.—4.
4	1	10	alte Rundmade	126,3	606	378	0,625	76,3	5.
5	2	10	Streckmade	149,6	368	230	0,622	55	6.
6	3	10	„	157,2	310	181,5	0,585	48,7	6.
1	5	7	Junge Puppen ohne Augenpigment .	144	358	263	0,733	50,8	
2	9	10	desgl.	132	304	94,2	0,31(?)	40,2	
3	10	5	Augen hellbraun	133	254,5	183	0,72	33	
4	11	5	Körper mit beginnender Pigmentierung	130	763	367	0,48	99,2	
1	12	4	Imago vor dem Durchbeißen . . .	121	1317	895	0,68	159,4	
2	13	5	1—2 Tage alt	122	2290	1760	0,768	279	

Beobachtungen anderer Forscher, vielfach unter Benutzung von anderen Methoden bestätigen diese Zahlen, so daß es sich nicht um einen Beobachtungsfehler oder einen Mangel in der Apparatur handeln dürfte. (Nach Krogh [1906] und Heller [1925] ist besonders darauf zu achten, daß die Versuchsgefäße nicht zu klein im Verhältnis zum Versuchsobjekt sind.) Eine Erklärung für die niedrigen Werte ist in zwei Möglichkeiten gegeben. Erstens kann es sich um einen unvollständigen und allmählichen Abbau des Fettes handeln, so daß nicht sogleich die Endprodukte, Kohlensäure und Wasser gebildet werden. Zweitens besteht die Möglichkeit einer Umwandlung von Fett oder Eiweiß in Kohlehydrate. Da Fett nur 11,5% Sauerstoff, Kohlehydrat dagegen 53% Sauerstoff enthält, muß bei einer solchen Umwandlung Sauerstoff gebunden werden. Der Respirationsquotient wird entsprechend klein. Ganz ähnlich ist es bei Umwandlung von Eiweiß in Kohlehydrate. Nun ist bekanntlich Chitin als ein stickstoffhaltiges Kohlehydrat anzusehen und bei der Bildung dieser Substanz aus Fett oder Eiweiß (letzteres ist nach Weinland [1907] bei den Fliegenpuppen der Fall) muß daher ein sehr niedriger Respirationsquotient in Erscheinung treten.

Bevor ich auf die Möglichkeiten einer Auswertung solcher und ähnlicher Resultate für die Praxis übergehe, muß ich noch kurz auf Versuche eingehen, die ich — allerdings bisher in ziemlich geringer Zahl — an anderen Objekten ausgeführt habe. Es war naheliegend, nun auch andere Entwicklungs-

[1]) Aus den Angaben von Strauß in Schulz (1927) nach dem Körpergewicht geschlossen.

stadien zu untersuchen, und zumal die, die allmählich zu der Puppenzeit hinführten. Zu diesen Versuchen konnten jedoch Fliegenlarven nicht benutzt werden. Denn bei diesen wird die Untersuchung dadurch erschwert, daß erhebliche Mengen von Ammoniakgas ausgeschieden werden. Ich benutzte zur Untersuchung Bienenlarven.[1]) Obgleich die Daten (s. Tabelle II) nicht sehr zahlreich sind und die Zahlen, bei einer Temperatur von 25° gewonnen, nur bedingten Wert haben, sind sie doch genügend, um den ungefähren Verlauf der Sauerstoffkurve während der Larvenzeit festzulegen (Abb. 6). Es ist sofort zu erkennen, daß die kleinen Tiere, im

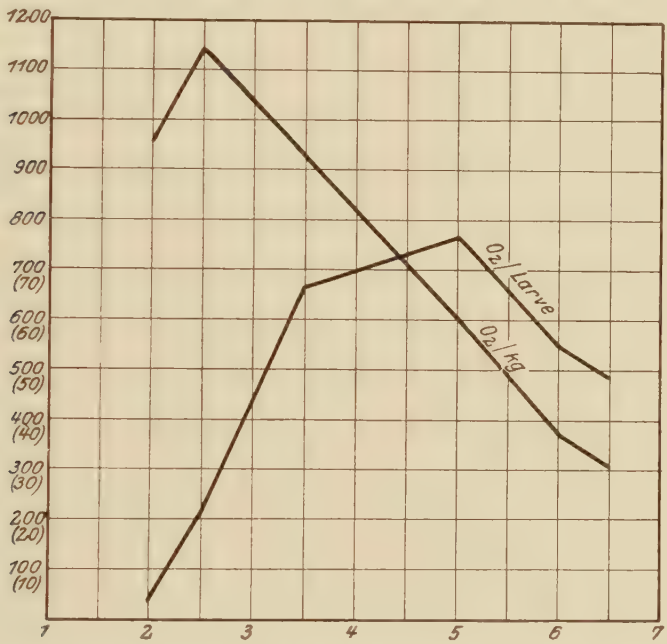


Abb. 6. Absoluter (in ccm) und relativer (in cmm) Sauerstoffverbrauch von Bienenmaden. Die an der Ordinate eingeklammerten Zahlen geben den Sauerstoffverbrauch (in cmm) einer Larve in einer Stunde an.

Vergleich zu ihrem Körpergewicht einen erheblich größeren Sauerstoffverbrauch haben, als die großen Tiere, trotzdem der absolute Sauerstoffverbrauch für das Einzeltier zunächst stark zunimmt. Bekanntlich gilt für Wirbeltiere und für manche Wirbellosen das sogenannte Oberflächengesetz. Dieses besagt, daß bei ähnlichen aber verschieden großen Tieren die Stoffwechselintensität der Oberfläche und nicht dem Volumen proportional ist. Für Insekten hat sich diese Gesetzmäßigkeit bisher nicht nachweisen lassen. Bei den Bienenlarven nimmt nur vom 2.—5. Tage der Sauerstoffverbrauch derart zu, daß im Verhältnis zur Oberfläche der Gas-

[1]) Das Material verdanke ich dem Entgegenkommen der Herren Prof. Dr. Armbruster, Institut f. Bienenkunde, und Prof. Dr. Borchert, Abt. für Bienenkrankheiten an der B. R. A.

austausch wenigstens annähernd gleich bleibt. In der nächsten Zeit nimmt jedoch die Stoffwechselintensität, auch im Verhältnis zur Oberfläche ab. Es ist interessant, daß von diesem Zeitpunkt an auch die Nahrung eine andere wird. Nach den Untersuchungen von Erlenmeyer und Planta (zitiert nach Schulz 1927) besteht die Nahrung in den ersten 4 Tagen der Larvenzeit aus: 53,38% Eiweiß, 8,38% Fett, 18.09% Glykose, bei älteren Larven aus: 27,87% Eiweiß, 3,69% Fett, 44,93% Glykose. In der Puppenzeit der Biene nimmt die Stoffwechselintensität allmählich ab, um gegen Ende dieser Periode wieder anzusteigen; sie würde also wieder durch eine Minimumkurve darzustellen sein. Ihr Verlauf ist aber erheblich flacher als bei den Fliegenpuppen.

Bei einer Untersuchung des Gaswechsels der Bienenlarven ist es nicht möglich, eine Gruppe von Maden während ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen. Denn wenn die Tiere einmal aus ihrer natürlichen Umgebung, den Zellen ihrer Waben, genommen sind, ist es nicht mehr möglich, sie für längere Versuche zu benutzen. Über den täglichen Sauerstoffverbrauch während des ganzen Lebens bei Insekten gibt es, so viel ich sehe, bisher nur eine Untersuchung, nämlich die von Golyschew (1928) für den Seidenspinner *Bombyx mori*. Von mir wurden aus bestimmten Gründen solche Untersuchungen (bis zum Schlüpfen der Imagines) an Schlupfwespen vorgenommen. Jedoch sind die Verhältnisse infolge der parasitären Lebensweise derart kompliziert, daß es noch nicht möglich war, eine restlos befriedigende Deutung zu finden. Immerhin seien im folgenden kurz die Ergebnisse eines solchen Versuches wenigstens für den Sauerstoffverbrauch einer entoparasitären Schlupfwespe erörtert. Ich ließ frische Puppen von *Calliphora vomitoria* durch die Schlupfwespe (*Chalcididae*) *Nasonia brevicornis* Ashm. anstechen. Die Eier dieser Schlupfwespe entwickelteten sich in der Fliegenpuppe allmählich zu den fertigen kleinen Chalcididen. Die Fliegenpuppen mit ihren Parasiten blieben immer in einer Temperatur von 25° C und wurden täglich auf ihre Stoffwechselintensität hin untersucht. Die erste Beobachtung fand etwa zwei Stunden nach dem Anstechen der Fliegenpuppen statt. Die gefundenen Sauerstoffwerte sind, wieder auf Kilogramm Gewicht und Stunde bezogen, in der Kurve (Abb. 7) dargestellt. Zunächst erkennen wir einen absteigenden Ast. Dieser gibt die allmählich absinkende Stoffwechselintensität der parasitierten Fliegenpuppen wieder. Die Atmung der Nasonien-Eier ist dem absoluten Werte nach so gering, daß deren Sauerstoffverbrauch zunächst nicht zu erkennen ist. Ist jedoch der Gaswechsel der parasitierten Fliegenpuppen allmählich soweit reduziert, daß durch ihn die Stoffwechselintensität der Parasiten nicht mehr überdeckt wird, so erhalten wir einen Anstieg der Sauerstoffkurve. Der erste Höhepunkt wird im Larvenstadium kurz vor der Verpuppung erreicht. Der nachfolgende Verlauf der Kurve während der Puppenzeit entspricht, jedenfalls der Form nach, den Verhältnissen, die wir bereits schon bei Fliegenpuppen kennen gelernt haben. Nach einem Absinken bis zu einem

Minimum steigt die Kurve allmählich wieder an. Dieses Ansteigen ist jedoch ziemlich unregelmäßig, was wohl dadurch zu erklären ist, daß die Entwicklung der Parasiten in den Tönnchenpuppen nicht eine überall gleichmäßige ist. Die direkte Beobachtung bestätigt das oft sehr ungleiche Tempo in der Entwicklung der Parasiten. Das Ansteigen der Sauerstoffkurve während der Larvenzeit der Parasiten steht scheinbar im Widerspruch mit der allgemeinen — auch bei den Bienenlarven soeben gemachten — Erfahrung, daß mit zunehmender Größe die Atmungs-

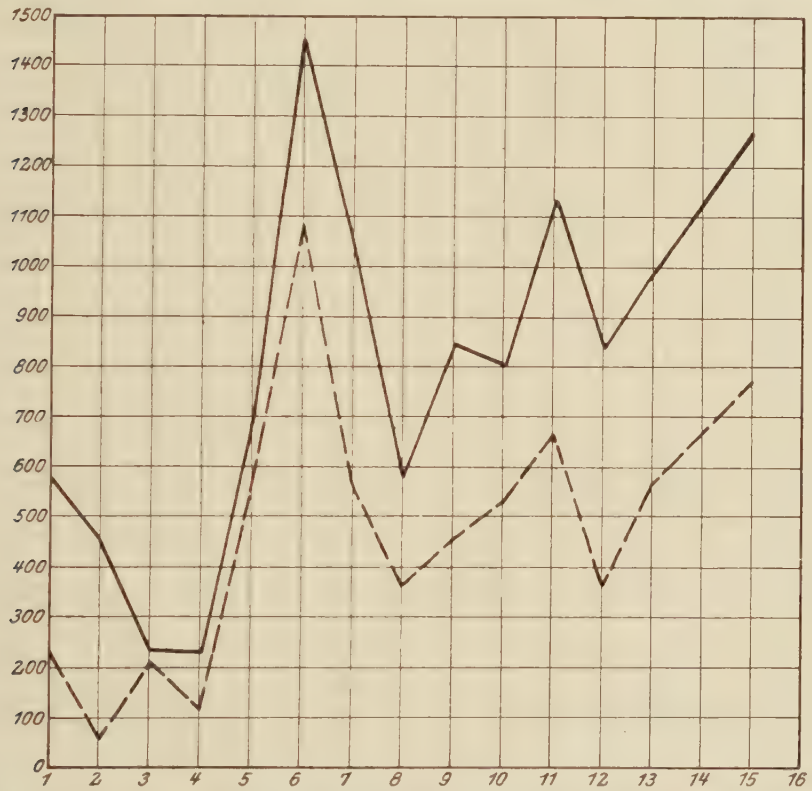


Abb. 7. Relativer Sauerstoffverbrauch und relative Kohlensäureabgabe einer mit Nasonia infizierten Fliegenpuppe.

intensität im Verhältnis zum Körpergewicht abnimmt. Aber wie gesagt, ist der Widerspruch nur scheinbar. Es ist nämlich zu bedenken, daß beim Wiegen niemals das Nettogewicht der Parasiten ermittelt werden konnte, sondern immer nur das Bruttogewicht: Parasiten + Fliegenpuppen Zunächst ist das Nettogewicht im Verhältnis zum Bruttogewicht sehr gering. Der Sauerstoffverbrauch auf Kilogramm „Nettogewicht" muß daher ganz erheblich größer sein, als der fürs Bruttogewicht errechnete und für die Kurve verwertete. Mit dem Heranwachsen der Parasiten und dem gleichzeitigen Schwund des Wirtsmaterials nähern sich die ermittelten Bruttogewichte immer mehr dem eigentlich maßgebenden Netto-

gewicht. Die errechneten Sauerstoffwerte der späteren Stadien geben daher die eigentlichen Verhältnisse schon richtiger wieder, während die davorliegenden Werte viel zu klein sind. Diese Überlegungen erklären zwanglos den abweichenden Verlauf der Kurve und lassen erkennen, daß alle in diesen Versuchen gewonnenen Sauerstoffwerte zu gering sein müssen.

Recht interessant ist die Feststellung, daß der Gaswechsel der Fliegenpuppen unmittelbar nach dem Anstechen ganz erheblich vermindert ist. Die Erscheinung erklärt sich dadurch, daß die Fliegenpuppen infolge des Anstiches gelähmt worden sind, was ja nach Analogie mit den Untersuchungen von Hase an *Habrobracon juglandis* (*Braconidae*) auf die Einwirkung eines Giftes zurückzuführen ist. Es ist daher möglich, auf Grund der Stoffwechselintensität zu entscheiden, ob soeben verpuppte Fliegenlarven von Schlupfwespen angestochen worden sind oder nicht. Im späteren Verlauf der Entwicklung ist es allerdings nicht mehr möglich, nur auf Grund der Atmung über die angeschnittene Frage eine Entscheidung zu treffen, da die Verhältnisse bei den parasitierten Fliegen zu verwickelt sind.

Diese letzte Erörterung führt uns aber schon zu der Frage, inwieweit diesen Untersuchungen über den Gaswechsel der Insekten ein Interesse für die angewandte Entomologie zukommt. Die im nachfolgenden angeschnittenen Fragen bilden im wesentlichen die Grundlage eines Arbeitsprogrammes. Für die meisten von ihnen liegen Untersuchungen zunächst überhaupt nicht vor, oder befinden sich in den ersten Stadien.

Wir haben gesehen, daß während der Puppenzeit die Stoffwechselintensität der Fliegen und, wie noch erwähnt werden soll, auch anderer Insekten erhebliche und rasche Veränderungen durchmacht. Eine Überwinterung der Tiere im Labor erfolgt meist dadurch, daß man sie während des Puppenstadiums tiefen Temperaturen aussetzt. Nach der Überwinterung werden die Puppen wieder in höhere Temperaturen zurückgebracht. Es ist kaum anzunehmen, daß es völlig gleichgültig ist, zu welcher Zeit die normale Entwicklung der Puppe durch diesen Eingriff unterbrochen wird. Es muß systematisch der Frage nachgegangen werden: Ist die Zeit während der Verminderung des Sauerstoffverbrauches oder während des Minimums oder während der allmählichen Zunahme der Stoffwechselintensität am besten für die Überwinterung geeignet?

Durch die Einwirkung der tiefen Temperaturen kommt die Entwicklung nicht völlig zum Stillstand, sondern ihr Tempo wird nur erheblich verlangsamt. Wir müssen feststellen, welchen Abschnitt der Stoffwechselkurve die Tiere während der Zeit durchlaufen, und ob nachher die Veränderungen der Stoffwechselintensität genau in der normalen Weise vor sich gehen. Es besteht ja auch die Möglichkeit, daß durch den Einfluß der Überwinterung der weitere Verlauf der Sauerstoffkurve erheblich abgeändert wird, z. B. derart, daß die normale Höhe nicht mehr

erreicht wird. Diese Fragen fordern zwangsläufig umfassende Untersuchungen darüber, in welcher Weise Änderungen der Innen- und Außenweltfaktoren die Stoffwechselintensität beeinflussen. Verminderung der Temperaturen unter das Optimum verlangsamt die Entwicklung und erniedrigt die Intensität des Gaswechsels. Die Kurve für den Sauerstoffverbrauch wird daher etwas auseinander gezogen, und die einzelnen Werte liegen tiefer. Auffallend ist folgende Eigentümlichkeit. Kurz vor dem Schlüpfen der Imagines findet man häufig noch ein geringes Absinken der Stoffwechselintensität. Dieses Absinken scheint jedoch nur bei bestimmten Temperaturen stattzufinden und bei Einflüssen höherer Temperaturen wieder zu verschwinden. Vielleicht ist in einer höheren Temperatur die Zeit für dieses letzte Absinken der Sauerstoffkurve so kurz, das es bisher der Beobachtung entgangen ist, was jedoch auch nach den Untersuchungen von Taylor (1927) nicht wahrscheinlich ist. Diese Verminderung des Sauerstoffverbrauchs kurz vor dem Schlüpfen erklärt sich vielleicht dadurch, daß gegen Schluß der Puppenzeit, die eigentlichen Bildungsgänge und Zellvermehrungen nachlassen. Das Gewebe und somit auch die Muskulatur ist im wesentlichen fertig gebildet. Das Tier beginnt die Muskulatur zu gebrauchen. Dieser Gebrauch steigt mit zunehmender Temperatur so weit, daß schließlich dadurch die Stoffwechselintensität weiter steigt, trotzdem die eigentlichen Bildungsprozesse aufgehört haben.

Trotz der wenigen Versuche kann schon jetzt wahrscheinlich gemacht werden, daß unabhängig von der Temperatur, die Entwicklung der Fliegen während der Puppenzeit eine ganz bestimmte Menge Sauerstoff benötigt. So braucht eine etwa 55 mg schwere Puppe von *Calliphora vomitoria* während dieser Zeit etwa 6 ccm Sauerstoff (= 8,59 mg Sauerstoff), gleichgültig ob die Temperatur dauernd 25° C beträgt oder entsprechend der Zimmertemperatur zwischen 19° und 23° schwankt.

Das plötzliche und schnelle Absinken und der eben so rasche Anstieg des Sauerstoffverbrauches ist besonders zu beachten bei der Anwendung von Giftgasen. Es ist von vornherein zu vermuten, daß bei einer regen Stoffwechseltätigkeit die Wirkung von Giftgasen eine stärkere ist, als zu einem Zeitpunkt, in dem von dem Tier nur sehr wenig Sauerstoff verbraucht wird. Bekanntlich sind im allgemeinen junge Larven empfindlicher gegen Giftgase als ältere, wie z. B. aus den Angaben von Zacher (1919) für die Larven von *Dendrolimus pini* hervorgeht. Die Tatsache erklärt sich ohne weiteres dadurch, daß bei kleinen Tieren der Gasverbrauch im Vergleich zum Gewicht größer ist als bei älteren Tieren. Kennt man für eine Art den Verlauf der Sauerstoffkurve, so hat man nach dem Vorhergesagten eine gewisse Möglichkeit, den für eine Durchgasung in dieser Hinsicht günstigsten Zeitpunkt festzustellen. Im allgemeinen wird man bei einer Entwesung jedoch einer Population gegenüber stehen, in der alle Stadien der Entwicklung vorhanden sind. Überdauert ein Teil der

Tiere die Durchgasung, so steht zu erwarten, daß dieser sich gerade auf dem Stadium befand, in dem der Stoffwechsel auf ein Minimum reduziert ist. In der Praxis ist nun zu überlegen: Nimmt man von vornherein die Konzentration der Giftgase stärker, um auch eine für dieses Stadium tötliche Wirkung zu erreichen, oder ist es zweckmäßig, nach einer bestimmten Zeit, in der die Tiere sich in ein anderes Stadium fortentwickelt haben, die Durchgasung mit geringerer Konzentration zu wiederholen. Im letzteren Fall könnten Schäden vermieden werden, die bei Anwendung von höheren Konzentrationen zu befürchten sind.

Abb. 8. Relativer (— — —) in g und absoluter (————) Verbrauch von Sauerstoff in cmm während der Larvenzeit von *Bombyx mori*. (Nach Golyschew.) Die eingeklammerten Zahlen gelten für den relativen Sauerstoffverbrauch.

Von besonderer Bedeutung für die Praxis ist es natürlich, sich von der Einwirkung der Giftgase auf den Organismus ein klares Bild machen zu können. Leider wissen wir hierüber bisher recht wenig. Der benutzte Apparat ermöglicht es durchaus, die Versuchstiere ganz plötzlich der Einwirkung eines Giftgases auszusetzen und sofort den Einfluß auf deren Stoffwechselintensität zu beobachten. Nachdem nun der Apparat seine allgemeine Brauchbarkeit erwiesen hat, und für ein Objekt die Normalwerte geschaffen sind, sollen solche Versuche bald in Angriff genommen werden. Die Einwirkung der Giftgase auf den Gaswechsel der Tiere kann nach zweierlei ganz verschiedenen Prinzipien erfolgen. Erstens kann das für die Atemmechanik maßgebende Zentrum beeinflußt werden, so daß eine Veränderung der Atembewegungen erfolgt. Bei den meisten Insekten spielen jedoch Atembewegungen eine sehr untergeordnete Rolle, so daß

nur der folgende, zweite Punkt von erheblicher Bedeutung sein wird. Durch die Gifte können die chemischen Vorgänge in der Zelle selbst beeinflußt werden. So besteht nach Warburg (1921) die Wirkung der Blausäure darin, daß sie mit dem überall in den Zellen vorhandenen Eisen in Verbindung tritt. Das Eisen soll aber vermöge seiner verschiedenen Oxydationsstufen als Katalysator die Atemprozesse innerhalb der Zellen überhaupt erst ermöglichen. Durch die Anlagerung der Blausäure verliert das Eisen diese Fähigkeit und die bei der Atmung stattfindenden Oxydationen sind unmöglich geworden. Wenn also die Einwirkung der Blausäure nach einem ganz allgemeinen Prinzip zu erklären ist, so ist es desto auffallender, daß manche Insekten, wie Korn- und Reiskäfer, eine erstaunliche Widerstandsfähigkeit gegen Blausäure besitzen. Diese Erscheinung rein mechanisch erklären zu wollen, etwa dadurch, daß die Luftwege vom Tier mechanisch abgeschlossen werden, ist nicht sehr befriedigend. Diesen Verhältnissen genauer nachzugehen, ist natürlich besonders verlockend.

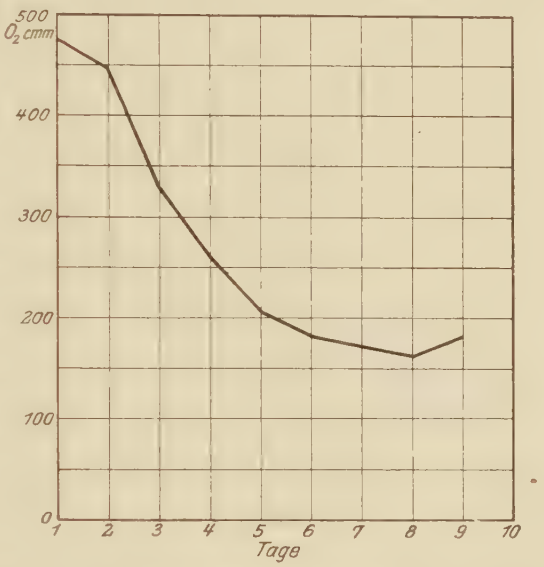


Abb. 9. Absoluter Sauerstoffverbrauch während der Puppenzeit von *Bombyx mori*. (Nach Golyschew.)

Bisher sind erst von wenigen Insekten die Kurven für den Sauerstoffverbrauch während ihrer Entwicklung bekannt. Meistens wurden nur kleine Abschnitte des Lebens untersucht. Wir kennen den Sauerstoffverbrauch bezw. die Kohlensäureabgabe für die Puppenzeit von Tenebrio (Krogh), Galleria und Ephestia (Taylor), *Argynnis paphia* und *Deilephila euphorbiae* (Heller), Drosophila (Clare und Bodine & Orr), von Calliphora (Weinland, Taylor); Fink (1925) hat den Sauerstoffverbrauch während der Embryonalentwicklung und der Puppenzeit von Vertretern verschiedener Klassen untersucht. Jedesmal zeigt sich eine Kurve, die für die Art charakteristisch ist. Eine zusammenhängende Untersuchung vom Ei bis zum Tode einer Spezies ist neuerdings erschienen. Golyschew (1928) hat eine solche Untersuchung bei *Bombyx mori* durchgeführt. Da diese Arbeit nur schwer zugänglich ist, seien in den Abb. 8 und 9 die Sauerstoffkurven für die Larven- und Puppenzeit des Seidenspinners nach den Angaben des Autors wiedergegeben. Die Werte der Kurve geben den absoluten Sauerstoffverbrauch in Millimetern eines

Individuums im Laufe einer Stunde an. Dieser steigt von Tag zu Tag mit zunehmender Größe des Objekts. Nur in den Zeiten der Häutungen ist ein Absinken auch des absoluten Sauerstoffverbrauchs zu erkennen. Während der Puppenzeit verändert sich der Sauerstoffverbrauch wieder entsprechend der uns bekannten Minimumkurve (Abb. 9). Die in der Kurve eingetragenen Werte geben zwar auch für die Puppenstadien nur den absoluten Sauerstoffverbrauch an; aber der Verlauf der Kurve für den relativen Sauerstoffverbrauch muß ganz ähnlich sein, da die Gewichtsverluste während der Puppenzeit nicht beträchtlich genug sind, um eine wesentliche Verschiebung zu bewirken. Nur erreicht der ansteigende Ast der Kurve etwas höhere Werte, wodurch die Ähnlichkeit mit der bei Fliegenpuppen gewonnenen Kurve noch größer wird. So weit es sich nach den leider in dieser Hinsicht nicht ganz vollständigen Angaben Golyschews ermöglichen ließ, ist in der graphischen Darstellung (Abb. 8) auch der relative Sauerstoffverbrauch in Gramm auf Kilogramm Körpergewicht bezogen eingetragen. Trotz der wenigen Daten läßt sich genau wie bei den Bienenlarven die Tatsache erkennen, daß der relative Sauerstoffverbrauch mit dem Heranwachsen der Larven abnimmt, während der absolute zunimmt. Diese Arbeit von Golyschew ist sehr zu begrüßen und es ist zu hoffen, daß solche Untersuchungen auch an anderen Objekten durchgeführt werden. Es läßt sich schon jetzt sagen, daß sehr wahrscheinlich die Sauerstoffkurve jeder Art eine eigentümliche Form besitzt. Besonders wichtig ist die Feststellung, daß während jeder der 4 großen Entwicklungsperioden (Embryonalentwicklung, Puppe, Larve und Imago) eine jede Größe des relativen Sauerstoffverbrauchs unter normalen Verhältnissen nur wenige Male, oft sogar nur einmal erreicht und bald wieder verlassen wird. So wird während den Puppenzeit jeder Wert für den Sauerstoffverbrauch nur zweimal durchlaufen. Einmal mit absteigender und das andere Mal mit aufsteigender Tendenz. Bestimmen wir daher an einem Objekt, dessen Stoffwechselkurve uns bekannt ist, an zwei kurz hintereinanderliegenden Zeitpunkten den Sauerstoffverbrauch, so können wir feststellen, auf welcher Strecke der Stoffwechselkurve das Objekt sich zurzeit befindet. Wir können also den Entwicklungszustand des Tieres d. h. auch dessen Alter mit der Hoffnung auf ziemliche Genauigkeit feststellen. Zugleich ist aber auch daraus zu erkennen, wieviel Zeit das Tier unter bekannten Außenbedingungen noch braucht, um einen bestimmten anderen Entwicklungszustand zu erreichen. Es ist also dadurch möglich, etwa den Zeitpunkt des Schlüpfens aus dem Ei oder aus der Puppenhülle vorauszubestimmen, wenigstens soweit dieser von dem inneren Zustand des Tieres abhängig ist. Bei Fliegenpuppen habe ich die Brauchbarkeit dieser Methode an einzelnen Exemplaren ausprobiert und feststellen können, daß der vorausgesagte Schlüpfpunkt auf sechs Stunden genau eintraf. Die Tiere mußten natürlich dazu in einer bestimmten Temperatur gehalten werden, und zwar in der Temperatur, für die die Vergleichskurve aufgestellt wurde.

Aus den Darstellungen geht hervor, daß wir durch die Feststellung der Stoffwechselkurve eine Möglichkeit haben, biologische Geschehnisse zeitlich vorauszubestimmen. Es ist selbstverständlich, daß eine solche Vorhersage niemals eine völlig genaue sein kann. Zumal in der freien Natur sind dazu die Umweltbedingungen zu wechselnd. Aber es ist durchaus möglich, der Voraussage solcher Ereignisse eine sichere Grundlage zu geben. Die nächstliegende Aufgabe wird nun die sein, für die wichtigsten Schädlinge gewissermaßen Normentafeln über den Sauerstoffverbrauch für jeden einzelnen Tag während eines Lebenszyklus aufzustellen. Ähnlich wie wir bei der Entwicklung auf Grund des morphologischen Befundes feststellen können, daß dieses oder jenes genau bezeichnete Stadium erreicht ist, so muß es möglich sein, bei den Insekten dieses auf Grund ihres jeweiligen Sauerstoffverbrauches zu erreichen. Außer dem Verlauf der Kurve für die optimalen Bedingungen sind natürlich die Veränderungen festzustellen, die die Variationen der Umweltfaktoren mit sich bringen. Solche Versuchen müssen erst im Laboratorium ausgeführt werden, um dann in der Praxis d. h. in der freien Natur ihre Anwendung zu finden. Es ist anzunehmen, daß wir bei Berücksichtigung all dieser Punkte eine brauchbare Methode haben werden, Alter und Zustand eines Insektes mit großer Sicherheit zu bestimmen. Daß solche Feststellungen für die Ergreifung von Maßnahmen zur Durchführung einer praktischen Bekämpfung oder zu sonst irgend einem praktischen Ziele von besonderer Bedeutung ist, braucht an dieser Stelle kaum besonders betont werden.

Berlin-Dahlem, im Oktober 1929.

Literatur.

Bodine, J. H., and Orr, F. B., Physiological studies on respiratory metabolism. Biol. Bull. **48**, 1925, S. 1—14.

Batelli, F., und Stern, L., Intensität des respiratorischen Gaswechsels der Insekten. Bioch. Zeitschr. **56**, 1913, S. 50—58.

Clare, M. R., A study of oxygen metabolism in drosophila melanogaster. Biol. Bull. 49, 1925, S. 440—460.

Fink, D. E., Metabolism during embryonic and metamorphic development of insects. Journ. gen. physiol. **7**, 1925, S. 527—543.

Golyschew, N. O., Gasaustausch bei Bombyx mori in allen Stadien seiner Entwicklung. Arb. d. zentr. Forsch.-Stat. f. Seide u. Seidenraupenzucht, **3**, 1928, 127—164.

Hase, A., Die Schlupfwespen als Gifttiere. Biol. Zentralbl. **44**, 1924, 209—243.

Heller, J., Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten I—III. Arch. ges. Physiol. **210**, 1925. Bioch. Zeitschr. **165**, **169**, 1925, 1926.

Krogh, A., Experimental researches on the expiration of free nitrogen from the body. Skandinavisches Arch. f. Physiol. 18, 1906, S. 364—420.

— —, Ein Mikrorespirationsapparat und einige damit ausgeführte Versuche über die Temperatur-Stoffwechselkurve von Insektenpuppen. Bioch. Zeitschr. **62**, 1914, S. 266 bis 279.

— —, On the rate of development and CO_2 production of chrysalides of Tenebrio molitor at different temperatures. Zeitschr. f. allg. Phys. **16**, 1914, S. 178—190.

Schulz, Fr. N., Gesamtstoffwechsel der wirbellosen Tiere. Hdb. d. Bioch. des Menschen und der Tiere. 2. Aufl. **VII**, 1927, S. 341—488.

Taylor, I. R., Oxygen consumption of individual pupae during metamorphosis. Journ. of morphol **44**, Nr. 2, 1927, S. 313—339.

Warburg, O., Physikalische Chemie der Zellatmung. Biochem. Zeitschr. **119**, 1921.

Weinland, E., Verschiedene Untersuchungen über den Stoffwechsel an Calliphora. Zeitschr. f. Biol. 47, 48, 49, 51, 52, Biol. Zentralbl. **29**, 1906—1909.

Winterstein, H., Ein Mikrorespirationsapparat. Zeitschr. f. biol. Technik u. Methodik **3**, 1913, S. 246—250.

Zacher, F., Die Einwirkung der Blausäure auf Insekten. Mitteil. a. d. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, H. **17**, 1919, S. 34—37.

Beiträge zur Kenntnis der Generationsfrage von Oscinis frit. L.

Von

R. Kleine.

(Mit 1 Abbildung.)

Die Pflanzenschutzbewegung, die sich namentlich in den letzten Jahren erheblich ausgebreitet hat, hat in einer Reihe von Spezialforschungen die Kenntnisse der Schadinsekten sehr vertieft. Die Fritfliege ist zwar als landwirtschaftlicher Schädling lange bekannt, aber noch heute stößt man in den Kreisen der landwirtschaftlichen Praxis auf große Unkenntnis. Abgesehen davon, daß eine Reihe von Schäden, die überhaupt nicht auf Insekten zurückzuführen sind, der Fritfliege zugeschoben werden, ist die Unkenntnis über die durch die verschiedenen Fliegen hervorgerufenen Beschädigungen ganz außerordenlich groß. In der Regel wird alles der Fritfliege zugeschoben wohl aus dem Grunde, weil diese Fliegenart am längsten als landwirtschaftlicher Schädling erkannt worden ist. Es muß erster Grundsatz der Pflanzenschutzforschung sein, die Biologie des Schadinsektes genau festzustellen und der Praxis Bekämpfungsmaßregeln in die Hand zu geben, die erstens mit den Mitteln, die der Landwirtschaft zur Verfügung stehen, durchzuführen sind und zweitens keine allzu großen Kosten verursachen. Es wird also alles auf vorbeugende Maßnahmen ankommen, und es ist nicht immer leicht, den Praktiker davon zu überzeugen, daß er Bekämpfungsmaßnahmen vornehmen soll, wo doch tatsächlich gar kein Schaden vorhanden ist.

Die ältere Literatur läßt die Fritfliege in 3 Generationen auftreten, selbst die Pflanzenschutzliteratur neuerer Zeit hat diese Angaben noch übernommen und erst in der letzten Auflage von Sorauers Handbuch und im Flugblatt der Biologischen Reichsanstalt ist die scharfe Teilung der Generationen nicht mehr angegeben. Allerdings findet man an beiden Literaturstellen noch, daß die drei Generationen zwar vorhanden sind, aber daß sie durch Überlagerung nicht klar erkennbar sind.

Bei meinen langjährigen Studien über die Fritfliege dagegen habe ich die Beobachtung gemacht, daß eine fortwährende Neubelegung der Bestände

stattfindet, sofern das geeignete Pflanzenmaterial zur Verfügung steht, daß das Abflauen des Befalles erst eintritt, wenn ein bestimmtes Temperaturminimum erreicht ist. Es kam nun darauf an, festsustellen, ob die Annahme eines kontinuierlichen Befalles berechtigt war oder ob tatsächlich eine bestimmte Generationsfolge eintritt, die sich überlagert und dadurch das Bild unklar werden läßt. Zweifellos müssen wir von dem Standpunkt ausgehen, daß im Frühjahr zunächst eine gewisse Bodenwärme vorhanden sein muß, um die Tiere überhaupt zur Ausübung ihrer Lebensfunktion zu veranlassen. Es kann wohl heute kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß der Einfluß der Bodentemperaturen maßgebend ist. Bereits vor einigen Jahren habe ich mitgeteilt, daß die Wärmesumme in 1 m Tiefe ermittelt und mit Meßbeginn vom 1. Januar etwa 470 Einheiten betragen muß, wenn die Fliege ihre Lebenstätigkeit aufnehmen soll. Diese Zahl habe ich auch im letzten Frühjahr nachgeprüft. Der Winter war außergewöhlich kalt, das Frühjahr trat sehr spät ein, brachte dann aber eine äußerst schnelle Erwärmung des Bodens. Die Zahlen waren ungefähr folgende:

Januar . . .	68,2	Einheiten
Februar . . .	15,7	„
März	13,8	„
April	69,9	„
Mai	270,0	„

Das sind 437,6 Wärmeeinheiten bis zum 31. Mai. Nach meinen früheren Beobachtungen müßte also die Belegung in den ersten Tagen des Juni stattgefunden haben. Ich verweise auf die weiter unten angegebene Tabelle, in der der Befall angegeben ist. Danach sind Aussaaten, die am 19. April stattgefunden haben und am 29. Mai ausgezählt wurden, noch gänzlich befallfrei gewesen, während die nächste Aussaat vom 11. Mai, die am 18. Juni ausgezählt wurde, bereits Befall von 71 % aller Pflanzen zeigte. Die erste Aussaat kann ungefähr Ende April aufgegangen sein und die Pflanzen hätten bereits am 10. Mai belegt werden können, sie sind aber tatsächlich völlig unberührt geblieben. Die Bodentemperaturen waren also noch zu gering, die Fliegen konnten noch nicht aktiv werden. Die am 11. Mai eingebrachte Saat ist etwa um den 20. herum aufgegangen und kann in den ersten Tagen des Juni befallen sein. Die schon früher ermittelte Gesamtwärmesumme von 470 Einheiten würde also unter Berücksichtigung der vorhandenen Schwankungen auch hier wieder zutreffen.

Die Versuche sind so angelegt worden, daß in der Vegetationsstation in quadratmetergroßen Flächen am 19. April die erste Aussaat, am 11. Mai die zweite, am 30. Mai die dritte ausgelegt wurde. Von diesem Termin ab sind die Aussaaten alle Woche wiederholt worden und zwar bis zum 2. Oktober. Die Versuche wurden mit Ligowo-Hafer, der unseren Beobachtungen nach sehr fritanfällig ist, ausgeführt. Von Anfang August ab ist der Versuch noch durch Hinzufügung von Winterroggen erweitert

worden. Es sind bei der Befallkontrolle sämtliche Pflanzen aus dem Erdboden herausgehoben und einzeln auf Fritfliege untersucht worden. Die nachstehende Tabelle gibt zunächst die Aussaatdaten, die Daten der Auszählung und die Befallstärken wieder.

1. Ligowohafer.

Aussaat am	Auszählung am	Befall %
19. 4.	29. 5.	0
11. 5.	18. 6.	71
30. 5.	4. 7.	70
5. 6.	12. 7.	92
13. 6.	18. 7.	60
20. 6.	24. 7.	45
26. 6.	31. 7.	54
4. 7.	7. 8.	90
11. 7.	14. 8.	87
18. 7.	21. 8.	89
24. 7.	28. 8.	95
31. 7.	4. 9.	95
7. 8.	11. 9.	94
14. 8.	18. 9.	92
21. 8.	25. 9.	100
28. 8.	2. 10.	92
4. 9.	9. 10.	18
11. 9.	16. 10.	25
18. 9.	23. 10.	3

2. Petkuser Winterroggen.

Aussaat am	Auszählung am	Befall %
7. 8.	11. 9.	83
14. 8.	18. 9.	92
21. 8.	25. 9.	100
28. 8.	2. 10.	100
4. 9.	9. 10.	49
11. 9.	16. 10.	10
18. 9.	23. 10.	4
25. 9.	30. 10.	0,6
2. 10.	30. 10	0

Betrachtet man die Befalltabelle, so ergibt sich, daß im Spätsommer ein langsamer Abfall eintritt. Es ist möglich, daß auch in den Frühjahrsmonaten die Befallstärke nach und nach zunimmt, und wir werden dieser Frage im nächsten Jahre mehr Beachtung schenken. Aber unsere Be-

obachtungen in den langjährigen Versuchen haben doch ergeben, daß der Befall auch sehr schnell eintreten kann. So sind bei früheren Versuchen auf unserer Versuchswirtschaft in Warsow Haferaussaaten, die nur 3 Tage voneinander getrennt waren, fliegenfrei und stark befallen gewesen. Zweifellos spricht die Witterung hier sehr beträchtlich mit. Man sieht aber, daß bei günstigen Verhältnissen der Befall schlagartig auftreten kann. Aus der Tabelle ergibt sich, daß die Aussaat vom 5. Juni genau so stark befallen ist wie die vom 4. Juli, dazwischen sind drei Aussaaten mit einem merkwürdigen Abfall, der mit der Aussaat vom 20. Juni die größte Tiefe erreicht hat. Man könnte annehmen, daß hier vielleicht eine überlagerte Generation vorliegt, aber es genügt, die meteorologischen Tabellen zur Hand zu nehmen, um dies Phänomen zu erklären. Bis zum 20. Juli ist das Wetter recht warm gewesen und die niedrigste Durchschnittstemperatur lag am 18. bei 15,9. Der gesamte Durchschnitt der Dekade vom 11. bis 20. betrug 17,9. Diese ganze Wetterperiode war niederschlagslos und von starkem Sonnenschein begleitet. Vom 21. ab trat dann plötzlich eine Regenperiode ein, die sich auf 8 hintereinanderlaufende Tage erstreckte und eine Durchschnittstemperatur von 11,9° in der ganzen Dekade bis zum zum Monatsschluß brachte Die Nachttemperaturen gingen zum Teil bis auf 6,5° herunter. Die Auswirkung dieser ungünstigen Wetterlage auf die Aussaat vom 13. ist damit unverkennbar. Das ungünstige Wetter hielt sich aber noch weiter und hat sich auf die erste Julidekade fortgesetzt, in der ebenfalls noch 5 Regentage mit rund 20 mm beobachtet wurden. Nächtliche Minima von 4° registrierte der 1. Juli, der 10. 6,1. Die Witterungsperiode war also an sich ungünstig, umsomehr, als das Wetter auch ständig sehr trübe war. In dieser Periode liegt auch die Befallzeit der am 20. bezw. 26. gesäten Versuchsparzelle. Mit dem 11. Juli hat das schlechte Wetter aufgehört, sehr warme Tagesdurchschnitte von rund 26° sind mehrfach festgestellt worden. Die ganze Zeit ist regenlos und von ausgedehntem Sonnenschein begleitet. Sofort steigt die Befallzahl wieder hoch, bereits die Aussaat vom 4. Juli, die etwa um den 15. herum befallreif gewesen ist, hat wieder die alte Befallstärke von 90% erreicht, die sich dann auch bis zur Aussaat vom 28. August — die also etwa Mitte September befallreif war — fortsetzt. Von da ab tritt der Abfall dann sehr schnell ein. Aussaaten vom 4. September, die schon stark abgefallen sind, bringen noch einen Dekadendurchschnitt von 14,7°, der in der letzten Dekade bereits auf 11° Tagesdurchschnitt herabsinkt. Die nächtlichen Minima gehen bereits auf 1,5° C herunter (am 27). Die Temperaturen fallen jetzt zu stark ab und die Aussaten bleiben unbefallen.

Die dargestellten Witterungsverhältnisse lassen keinen Zweifel darüber aufkommen, daß die Abhängigkeit der Imagines von der Höhe der Tagestemperaturen sehr groß ist. Die Bodentemperaturen können hierauf nur solange Einfluß haben, bis die aus der Winterruhe kommende Generation des Vorjahres das erforderliche Wärmeminimum vorfindet, später hängt

alles von der durchschnittlichen Tagestemperatur ab. Vor allen Dingen scheint aber, daß die einzelnen Tage in ihrem Temperaturcharakter keine so große Bedeutung haben, und daß bei ständigem, täglichem Wechsel von höheren und niedrigen Temperaturen kein so großer Einfluß auf die Befallstärken ausgeübt wird. Wenn aber, wie im vorliegenden Falle, der Temperaturabfall sich auf ca. 3 Wochen erstreckt, dabei von großen Niederschlägen begleitet ist, so muß die Lebenstätigkeit der zarten Tiere dadurch beeinträchtigt werden und der Befall absinken. Dazu kommt, daß das feuchte nicht zu warme Wetter dem Wachstum des Hafers günstig war, so daß ein Mißverhältnis zwischen Befall und Wachstum zugunsten des Hafers eintrat; daß hier eine unterbrochene, überlagerte Generation vorliegt, halte ich für ganz ausgeschlossen.

Vom 7. August ist neben dem Hafer auch der Winterroggen zur Aussaat gekommen. Die Befallergebnisse decken sich vollständig. Jedenfalls glaube ich, daß meine Auffassung, daß die Fritfliege tatsächlich in nicht erkennbaren Generationen auftritt, durchaus richtig ist. Es ist tatsächlich nicht möglich, die Generationen zu erkennen, wenn unabhängig von der Wetterlage die Befallstärke — wie zwischen dem 13. und 26. — absinkt, und derartige Kurven wiederholen sich, dann könnte man wohl sagen, daß die Generationen erkennbar sind und nur durch Überlagerung unklar werden. Die Aussaaten vom 19. April bis zum 2. Oktober fortgesetzt lassen keinen Zweifel darüber aufkommen, daß von Generation keine Rede sein kann, und daß die Tiere so lange zur Eiablage schreiten, wie genügend junges Pflanzenmaterial vorhanden ist und vor allen Dingen, solange es die Temperaturen erlauben.

Rhodophaea suavella Zck. auf Cotoneaster.

Von

Walter Ripper, Wien.

(Mit 4 Abbildungen.)

Der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien wurde anfangs Mai ein Zierstrauch Cotoneaster als Muster eingeschickt, der arg von Raupen befallen war, die sich in großer Zahl in Gespinströhren daran fanden.

Abb. 1. *Rhodophaea suavella* Zck. $2^1/_2$mal vergr. (Photo Fulmek.)

Da keine genaue Beschreibung der Raupe vorlag, nach der die Art sicher bestimmt werden konnte wurden die Raupen gezogen; die Falter erwiesen sich als *Rhodophaea suavella* Zck., einer Pyralide.

Der Falter hat veilgraue Flügel, am Vorderrand hellgrau aufgehellt und am basalen Teil des Innenrandes rostrot gefärbt. Zwei weißliche Querbinden, gegen das Mittelfeld dunkler begrenzt, davon die äußere geschwungen und distal rostrot angelegt.

Im Mittelfeld zwei schwarze Mittelpunkte, die senkrecht untereinander stehen. Am Saum auf den Adern schwarze Punkte.

Hinterflügel bräunlichgrau, gegen die Flügelwurzel zu heller. (Abb 1.)

Der Falter hat seine Flugzeit von Juni bis Juli.

In der Ruhestellung sitzt das Tierchen an Zweigen, kopfabwärts nur von den Hinterbeinen und den um den Zweig geschlagenen Flügeln getragen.

Die Raupen erscheinen noch im Herbst und leben überwinternd bis Juni in grauweißen seidenartigen Röhren. Als Futterpflanzen werden angegeben: Prunus spinosus, Crataegus und Rhamnus cathartica. Auf Cotoneaster war sie bisher nicht beobachtet worden.

Ende Juni sind die Raupen erwachsen und verwandeln sich in der oberen Erdschicht in einen weißen, aber erdigen Kokon.

Die Raupe wird ungefähr 18 mm, ist rotbraun mit braunschwarzem Kopf.

Der dunkle Kopf zeigt am Scheitel eine Fleckenzeichnung, indem die dunklere braune Färbung der Kopfkapsel von unregelmäßigen wellig begrenzten helleren Flecken unterbrochen wird; um die zwei Scheitelhaare v_1 und v_2 finden sich solche hellerockerfarbigen Flecke.

Die Hemisphären des Kopfes sind gut ausgebildet und voneinander getrennt durch eine Naht, den Stamm der Epicranialsutur (auch Frontoantennalsutur genannt); ungefähr in der Mitte gabelt sich diese Naht lambdaförmig und schließt mit der Stirnclypeusnaht die Stirne ein.

Die Gestalt und die Verhältnisse der Abschnitte dieser Stirnnaht werden stark durch die Kopfform beeinflußt. Und da anderseits die Kopfform im Zusammenhang mit der Lebensweise steht, insbesondere mit der Richtung, in der die Mandibeln arbeiten sollen, so finden wir in dem Verhältnis der Längen von Stirn und Scheitelanteil der Epicranialsutur Beziehungen zur Lebensweise der Raupen.

Freilebende Arten haben ein wohl entwickeltes Hinterhaupt, da die Mundteile senkrecht zur Längsachse des Körpers stehen, entsprechend der Freßart der freifressenden Raupen. Bei diesen Arten ist der Stammteil der Naht groß.

Anders ist das nun bei Arten, die im Boden wühlen oder im Holz fressen, und extreme Verhältnisse finden wir bei minierenden Raupen, worauf Trägardh hingewiesen hat. Für die Lebensweise der angeführten Gruppen ist es günstig, die Mundteile möglichst nach vorne zu bringen, somit den Kopf horizontal zu stellen, was mit einer immer geringerern Ausbildung der Occipitalregion Hand in Hand geht. Am weitesten haben es, wie schon erwähnt, in dieser Richtung die Blattminierer gebracht, deren Kopf ganz horizontal liegt, wobei die Hinterhauptsregion in den Prothorax eingezogen wird. Der Stammanteil der Naht verschwindet bei diesen Formen ganz.

Der Amerikaner Ripley hat die Ausbildung dieser Naht bei Noctuidenraupen untersucht und bezeichnet dieses Verhältnis von Stirnlänge — die ja eine Funktion der Länge der Epicranialäste ist — und dem Stammabschnitt der Naht als Epicranial-Index, F/Ep.

Auch in der Raupen-Systematik anderer Lepidopterenfamilien wurde von diesem Verhältnis Gebrauch gemacht (z B. Fracker 1915).

Bei unserer Art sind Stamm- und Stirnteil ziemlich gleich lang, was einen Index von nahe 1 ergibt.

Die epicraniale Naht erscheint sehr dunkel, weil sie in der Schädelkapsel von Ansatzleisten der Muskulatur, sogenannten Parademen begleitet wird.

Seitlich dieser Naht liegen jederseits ein schmaler Sklerit, der von dem Epicranium zwar durch eine Naht getrennt ist, nach der neueren

Ansicht aber doch zu diesem gehören, weil die Epicranialnaht durch die eben besprochenen Paradembildungen als Frontoantennalsutur — die Stirne und Cranialteil trennt — gekennzeichnet ist.

Auf diesem Skleriten die fast stets sich findenden 2 Adfrenalborsten, dazwischen ein Hautsinnesorgan, ein Porenpunkt.

Dorsal auf den Hemisphären 2 lange Borsten, die vordere ist die längste Borste des Kopfes, dazwischen wieder ein Porenpunkt.

Ventral dieser 2 Borsten, die Ozellen in einem Bogen umstehend 4 Borsten v_4, v_5, v_8, v_9 alle ziemlich gleich und mäßig lang. Die Ozellen selbst stehen in einem Bogen, der von der Fühlergrube abgekehrt ist; und zwar stehen dorsal der Fühlergrube 2 eng nebeneinander vor einer Borste v_7, dann etwas weiter entfernt und mehr kaudal die Ozellen 3 und

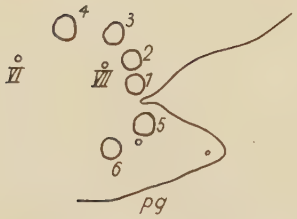


Abb. 2. Ozellenstellung, rechte Fühlergrube, der vorspringende Sklerit ist die postgena *(pg)*.

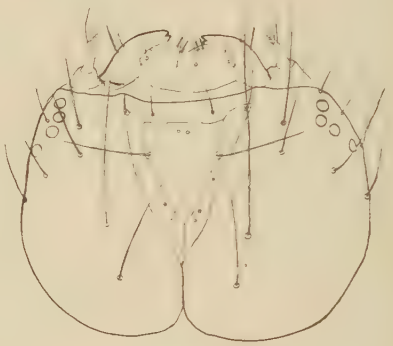


Abb. 3.

noch mehr kaudal ocellus 4, kaudoventral davon Borste v_6. Ventral der Fühlergrube ocellus 5, anschließend eine Borste und kaudal davon ocellus 6. (Abb. 2.)

Die Fühler von normaler Bauart haben ein kurzes erstes Glied, schwach chitinisiert, darauf folgt das zweite längste und stärker chitinisierte, das mit cuticularen Stichelborsten besetzt ist. Auf der Endfläche dieses Segmentes eine lange Borste, daneben eine sehr kleine und zwei fingerförmige Sinneskegel; das dritte Glied kurz und trägt wieder einen Sinneskegel und einen ein Sinneshaar tragenden Zapfen.

Auf der Stirne im unteren Drittel knapp innerhalb der Frontoantennalsutur eine Borste und vorne nahe der Frontoclypealnaht 2 Porenpunkte. Am Postclypeus jederseits zwei Borsten. Anschließend ein zweites weniger chitinisiertes Skelettelement, der Präclypeus, an dem die Oberlippe ansetzt. Auf dieser am äußeren Rande drei Borsten, nahe der Mediane jederseits eine und am Vorderrand 2 kürzere, aber stärkere Borsten. (Abb. 3.)

Die gut entwickelten Mandibeln bilden distal Schneiden, aus denen sich 3 höckerförmige Zähne nur wenig erheben. Mehr proximal an der Innenfläche ein weiterer Höcker.

An den Maxillen sind zweigähnliche verzweigte Gebilde bemerkenswert, die auf dem halbkugelförmigen Ladenteil stehen; sie sind stark chitinisiert, und erinnern in der Gestalt an eine wenig verästelte Koralle. Daneben finden wir auf dem Ladenteil noch 2 Zylinder mit Sinnesstiftchen und dazwischen bezw. daneben 2 kleine Sinnesstiftchen. Der Taster ist zweigliedrig, auf der Endfläche ein Sinneshaar und 5 Sinnesstiftchen. Ventral am Grundglied 2 Borsten, am folgenden und am Palpifer je eine Borste.

Unterlippe normal ausgebildet, trägt jederseits einen zweigliedrigen Taster, der am obersten Teil des ersten Gliedes ein Sinneshaar trägt, ein längeres am Endglied.

Die Bestimmung der Gruppe, zu der unsere Raupe gehört, ist möglich auf Grund der Untersuchung der primären Körperborsten, wie sie von einer Anzahl Autoren durchgeführt wurden (Dyar, Fracker, Fobes, Quail, Schierbeck, Tsou, Wahl); die Arbeit von Fracker bringt einen Bestimmungsschlüssel, der als Charakteristikum der Überfamilie Pyralioidea folgende Merkmale der Borstenstellung anführt:

a) reduzierte Ausbildung der Kappagruppe am Prothorax; diese besteht nur aus zwei Borsten Kappa und Eta, während Theta fehlt.

b) enges Zusammenstehen von Kappa und Eta am Abdomen. Für die Familie der Pyralidae ist weiterhin die Stellung der Haken an den Abdominalbeinen bezeichnend: diese sind entweder in einem queren Bande oder in einem zweireihigen Kreise angeordnet. Innerhalb der Familie Pyralidae ist die Unterfamilie der Phycitinae, zu der die Gattung Rhodophaea gehört, ihrerseits charakterisiert durch folgende Details der Ausbildung der Körperborsten: die Pigruppe besteht an Meso- und Metathorax aus einer Borste und am neunten Abdominalsegment finden sich sowohl Kappa und Eta als auch Mi.

Im einzelnen ist über die Anordnung der Borsten bei Rhodophaea folgendes zu sagen (vgl. Abb. 4 a b c)

Prothorax: Am Nackenschild steht am Vorderrand Alpha, etwas tiefer inseriert als Beta; letztere ist stark genähert, indem sie cephalad verlagert erscheint, und ist von Delta doppelt so weit entfernt als von Alpha.

Unter Alpha am Vorderrande Gamma; Delta höher inseriert, nahe dem kaudalen Rand des Nackenschildes.

Unter Gamma wiederum steht Epsylon, näher zu Gamma als Gamma zu Alpha: getrennt davon am unteren gebogenen Rand Rho, nicht so weit caudal als Delta.

Vor dem Stigma liegt ein kleines ebenfalls wabig struiertes Schild. Vor bezw. auf dem weniger chitinisierten vorderen Rande dieses Schildes

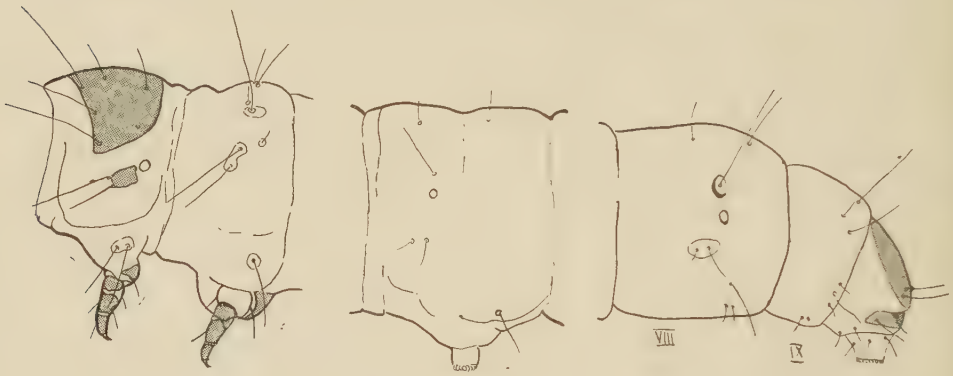
stehen untereinander die zwei Borsten der Kappagruppe Kappa und Eta, deren Anordnung wie erwähnt, für die Gruppe der Pyraloidea charakteristisch ist.

Ober dem Prothoroakalbein die Pigruppe, die aus zwei Borsten besteht. (Abb. 4a)

Mesothorax: Die Betagruppe dorsal gelegen, besteht aus zwei untereinanderstehenden Borsten. Die obere sehr kleine wohl Borste Alpha, darunter eine etwas größere: Beta.

Ventral davon die Rhogruppe, ebenfalls die obere (Epsylon) wieder kleiner als die untere lange Borste (Rho).

Tiefer und etwas mehr cephalad die Kappagruppe, schief übereinander und eng zusammenstehend Kappa und Eta, caudal davon Theta.



a *b* *c*

Abb. 4.

Die Pigruppe auf eine Borste reduziert.

Metathorax dieselbe Borstenstellung wie am Mesothorax.

Abdomen: Dorsal auf gleicher Höhe Alpha und Beta.

Dorsad des Stigmas Rho.

Ventral davon enge aneinander Kappa und Eta, davon die vordere Borste kleiner.

Mi steht sehr weit ventral und kaudal, stark der Pigruppe genähert, die knapp oberhalb bezw. cephalolaterad der Abdominalbeine steht und aus 3 Borsten besteht.

Die eben geschilderte Borstenstellung findet sich auf den Abdominalsegmenten I—VIII; nur ist am achten Segment Rho auf einem stark vergrößerten Pinakulum inseriert, das einen chitinösen Wall besitzt. (Abb 4 b.)

Am neunten Abdominalsegment sind alle Borsten am kaudalen Rande in einer Vertikalreihe gerückt. Dorsal Beta, darunter ein klein wenig cephalad aus der Reihe gerückt Alpha, ventral davon und unter Beta Rho. Nach einem etwas größeren Zwischenraum untereinander drei Borsten Kappa, Eta und ganz herangerückt Mi. Schließlich ventral die

Pigruppe, etwas cephalad aus der Reihe gerückt: 2 Borsten, die untere kürzer.

Ventral und medial Sigma. (Abb. 4c.)

Das Afterschild trägt eine Anzahl Borsten, die sich mit denen der übrigen Segmente kaum vergleichen lassen.

Literatur.

Fracker, The classification of Lepidopterous larvae. Ilinois Biol. Monography V. II, Nr. 1.

Hartmann, Die Kleinschmetterlinge. Mitteilung. München. Ent. V, 1879.

Ripley, The external Morphology and Postembryology of Noctuid lavae. Ilinois Biolog. Monography VIII, Nr. 4.

Ripper, Beziehungen zwischen Lebensweise und Bau der Kopfkapsel bei Lepidopterenlarven. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 79, S. 57, 1929.

Spuler, Die Schmetterlinge Europas, 1910.

Weberknecht-Eier (Phalangiidae) an Zuckerrüben.

Von

Dr. **L. Fulmek**, Wien.

(Mit 7 Abbildungen.)

Von der Oberverwaltung des Ökonomiedistriktes Rohrau in Niederösterreich wurde der Bundesanstalt für Pflanzenschutz Ende Oktober 1929 eine Zuckerrübenprobe zur Untersuchung eingesandt, wo in der dem Rübenkörper noch anhaftenden Erde stellenweise kleine gelbliche, kugelige Gebilde nesterweise verstreut lagen, die auf den ersten Augenschein hin eine entfernte Ähnlichkeit mit den Cysten des Rübennematoden (*Heterodera schachtii* Schm.) aufwiesen. Der Erscheinungszeit und Größe nach war kein auffallender Unterschied gegeben, da die vorliegenden kugelrunden Gebilde ungefähr 0,7—0,8 mm im Durchmesser hatten, während Chatin für die braune Cyste vom Rübennematoden die Größe mit 0,6 mm und Kemner[1]) mit 0,631 × 0,513 mm angibt; immerhin waren die fraglichen Gebilde also, kaum merklich, größer. Außerdem ergab die hellockergelbe Färbung und die kugelrunde Gestalt bei näherer Betrachtung eine deutliche Verschiedenheit von den in der Regel braunen Cysten des Rübennematoden, die überdies nicht kugelrund sind, sondern bei annähernder Kugelgestalt des aufgetriebenen Nematodenweibchens noch die beiden Körperpole des zur Cyste umgewandelten Weibchens als einander entgegengesetzt orientierte Erhebungen nach Art der beiden Zipfel einer Zitrone erkennen lassen. Die in ziemlicher Anzahl an mehreren Stellen zu Nestern angehäuften Gebilde lagen zum Teil unmittelbar dem Rübenkörper an und waren teils auch in Rissen der Erdklumpen versteckt, welche sich vorzugsweise an den gehäuften Faserwurzeln längs der Seitenfurchen des Rübenkörpers, dem sogenannten „Bart" erhalten hatten. Irgend ein Zusammenhang der kugeligen Körperchen mit den Wurzeln war aber nicht gegeben.

[1]) N. A. Kemner, Potatisnematoden eller Potatisålen (*Heterodera schachtii subsp. rostochiensis Woll.*) och dess framträdande i Sverige. — Meddel. 355 Centralanst. försöksväs. på jordbruksområdet. Lantbruksentom. avdeln Nr. 56. Stockholm 1929. 76 Seiten, 10 Abb., 21 Tabellen.

Die mikroskopische Untersuchung der Gebilde zeigte zunächst die Eigenheit, daß eine ablösbare, mattgelbe Hüllhaut vorhanden war, aus der sich ein weißes, glasigglänzendes Ei herausschälen ließ. Diese gelbe Hüllhaut (Chorion) ist oft schon geplatzt und teilweise abgehoben, ohne daß die Entwicklung des Eies darunter leidet; sie selbst ist strukturlos, an der Außenfläche aber ziemlich dicht mit runden bis eiförmigen, stark glänzenden gelblichen Körnchen besetzt.

Die aus ihrer Hüllhaut herausgeschälten Eier — denn um solche handelte es sich im vorliegenden Falle, wie der Verlauf der Beobachtung ergab — zeigten bei etwa 100facher Vergrößerung 2 dicht aneinander liegende, dunkelblaurote, längliche Augenflecke und dicht dabei eine dunkelgraubraune Platte mit einem sehr kurzen, schwarzbraunen Dorn. (Eistachel oder Eisprenger zum Durchbrechen der Eihüllen). Die Augenflecke sind derart gelagert, daß sie mit dem einem, scharf konturierten Ende ziemlich nahe zueinander geneigt erscheinen und sie hier, von einer seichten

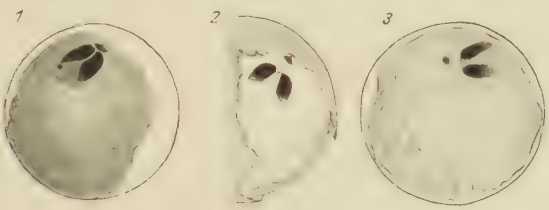


Abb. 1—3. Weberknecht-Eier, bei 30facher Vergr. 1. Embryo mit Augenanlage und Eidornplatte, Segmentierung angedeutet. 2. Teilbild von 1, mit geplatzter, dem Ei noch anhaftender Eihüllenhaut. 3. Andeutung der Gliedmaßen und 4 deutlich erkennbare Klauenhäkchen.

helleren Kerbung ausgehend, eine nach kurzem Verlauf bald erlöschende helle Längsfurche symetrisch scheidet; unmittelbar davor die erwähnte Dornplatte.

Der im durchfallenden Licht grauliche Eiinhalt zeigte ferner Spuren einer soweit gehenden Gliederung, daß der Gedanke an den Eizustand eines Gliedertieres sofort gegeben war. Bei weiter entwickelten Eiern waren bereits so lange und schlanke Gliedmaßenanlagen im Eiraum eng zusammengepackt erkennbar, daß die Vermutung, es läge ein Insektenei oder gar der Eizustand eines bekannten Rübenschädlings vor, fallen gelassen werden mußte. Als Besonderheit sind schließlich noch einzelne schwarzbraune Klauenhäkchen (bis 10) in dem noch wenig unterscheidbaren Eiinhalt zu erkennen gewesen, welche sich bei genauer Durchsicht scharf durch die Eischale abzeichneten.

War nach den voranstehenden Ermittlungen über die Natur der vorliegenden Eier die Vermutung zumindest gerechtfertigt, daß es sich um Spinneneier handelte, so erbrachte das bei Zimmertemperatur schon am 12. XI. erfolgte Ausschlüpfen der Tiere (während im Freiland die Eier

überwintern) neben der Bestätigung noch die weitere Aufklärung, daß es sich um Weberknechte *(Phalangiidae)* handelte.

Der Weberknecht oder Schneider — in England wird er auch *harvestman* (Herbstmann) genannt — ist ein harmloses Geschöpf mit vorwiegend nächtlicher Lebensweise, das sich von kleinen Insekten, wie Blattläusen, Springschwänzen aber auch von kleinen Milben, Würmern u. ä. ernährt; dabei sollen, nach Comstock J. H., A manual of the study of Insects 1913 (S. 29) ihre Beute mit den Kiefern zerkauen und schlucken und nicht hauptsächlich nur aussaugen, wie es die meisten Spinnen tun; sie stürzen sich auf ihre Beute, wie die Katze auf eine Maus und fassen

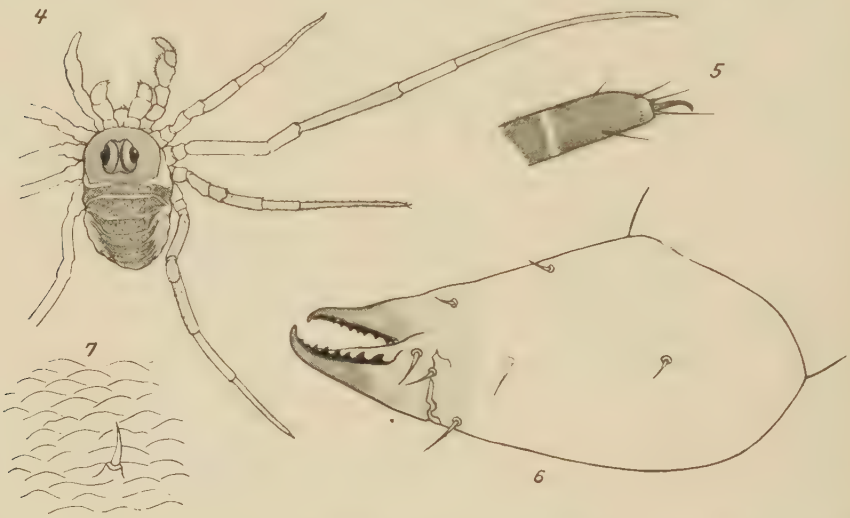


Abb. 4—7. 4. Aus dem Ei soeben entschlüpfter Weberknecht, bei 20facher Vergr. Beborstung der Beine nur teilweise ausgeführt; Extremitäten der linken Körperhälfte bloß angedeutet. 5. Tarsenende mit Klaue und heller Querringelung, bei 160facher Vergr. 6. Schwarzspitzige Krebsenschere des linken Kieferfühlers *(Chelicere)* bei 160facher Vergr. 7. Wellig-schuppige Hautskulptur am Bein des jungen Weberknechtes bei 325facher Vergr.

sie mit ihren Kieferfühlern (Cheliceren) als wie mit Händen an. Nach Brehms Tierleben II. Bd. 1920, S. 675, dienen hauptsächlich tote Insekten dem Weberknecht zur Nahrung; gefangene Tiere sah man auch in Wasser eingetauchtes Brot und gekochtes Gemüse mit großem Appetit verzehren.

Von den Weberknechten, die ihren kleinen kugeligen Leib auf den langen fadendünnen, federnden Beinen wie ein gelbliches Pfefferkörnchen schwebend fortbewegen, wissen wir, daß die Weibchen nach erfolgter Begattung, an feuchten Stellen im Boden mittels einen langen, schlauchartigen Legerohres im Herbst ihre kugelrunden Eier nesterweise absetzen und daß diese Eier im nächsten Frühjahr die Jungen entlassen.

Da meines Wissens über die aus den Eiern entschlüpften Jungtiere in der angewandten Fachliteratur nicht leicht etwas zu finden sein dürfte,

bringe ich nebenstehende Abbildung eines frisch aus dem Ei geschlüpften Weberknechtes und füge noch folgende Details hinzu:

Die Jungtiere sind etwas über 1 mm groß, erreichen mit ihren 8 langen Beinen eine Spannweite von etwa 7 mm und sind grau gefärbt; sie laufen sehr behende und „huschen" nahezu „schleierartig" über die dunkle Erdoberfläche dahin, verhalten sich aber auch hinter Erdschollennischen geduckt, oft lange Zeit unbeweglich. Die Beine sind grau geringelt; die Beinglieder haben weiße Gelenkeinschnitte, die langen Endglieder, welche durch schmale, helle Querzonen schon die Andeutung einer zahlreichen Untergliederung haben, tragen je eine Kralle, ebenso das Ende des Kieferntasters (*Pedipalpus*). Kieferfühler mit starker, schwarzspitziger Krebsenschere. Die Skulptur der Haut an den Beinen ist flachwellig-schuppig. Beine mit dichtem, sehr kurzen Borstenflaum, dazwischen verstreut die einzelnen, stärkeren und längeren Borsten; das Kopfbruststück mit großer, dunkelgrauer, etwas marmorierter Platte am Rücken und 4 winzigen Körnchen in einer Reihe an ihrem Vorderrand; etwas hinter der Mitte der Platte der Augenhügel mit 2 glänzend schwarzen Augen an den Seiten, welche bläulich umrandet sind; Mitte des Augenhügels oben bräunlich, hell geteilt. Oberhalb des 1. Beinpaares vorne an der Körperseite noch je 1 karminrotes Fleckchen, das als Stinkdrüse gedeutet wird. Hinter dem Augenhügel folgen durch hellere Einschnitte getrennt, noch etwa 10 Querringel des Körpers, grau, dunkel marmoriert, mit 5 deutlichen Längsreihen von reinweißen Tupfen. Beborstung des Körpers hell.

Neben den geschlüpften Tieren waren auch etliche leere, weiße Häutungsbälge vorhanden.

Obschon nach obigen Ausführungen kein Pflanzenschädling, sondern nur ein völlig indifferenter Allesfresser vorliegt, so habe ich mir dennoch erlaubt, den Fall der allgemeinen Kenntnisnahme interessierter Fachkreise zu unterbreiten, weil einerseits tatsächlich Anlaß zu Verwechslungen leicht gegeben sein könnte und andererseits zu den hier illustrierten Objekten in der allgemein verbreiteten, periodischen Fachliteratur eine Erläuterung vielleicht nicht allzuleicht aufzufinden sein dürfte.[1])

[1]) Vgl. Biologie der Tiere Deutschlands. Herausgegeben von Dr. P. Schulze. Lfg. 18, Teil 19. *Opiliones*. Von A. Kästner. Verl. Bornträger, Berlin 1926.

Die Latschen-Honigtau liefernde Lachnus Neubergi n. spec.

Von

Dr. **Ludwig Arnhart,** Wien.

(Aus dem physiolog. Universitäts-Inst., morph.-physiol. Abt, Prof. Kolmer.)

(Mit 6 Abbildungen.)

Der Latschenhonig ist, wie man aus Zander-Koch, Der Honig, S. 9, 16, 18 und 19 ersehen kann, schon gut bekannt. Er stammt, da man bei der Latsche bisher weder floreale noch andere Nektarien zu finden vermochte, aus dem Honigtau auf Latschen, *Pinus montana.* In neuerer Zeit berichtet darüber der bekannte obersteirische Imker, Herr Adam Fürstner in Tragöß im „Bienen-Vater", 1926, S. 85, Die Bienenweide Obersteiermarks. Über die Eigenschaften des Latschenhonigs herrschen verschiedene Angaben. Während Zander-Koch, S. 18, ihn fast wasserhell, mit vogelleimartigem Geschmack angeben, bezeichnet ihn Fürstner als hell- bis goldgelb, mit vorzüglich würzigem Geschmack. Entweder beruhen diese Verschiedenheiten auf durch die Bienen verursachte Vermischung mit anderem Nektar, in verschiedenen Arten der Bienenrassen, der Entstehungsursache u. dgl. Solange dem Wissenschaftler nicht garantiert reine Latschenhonige zur Verfügung stehen, läßt sich keine diesbezügliche Entscheidung treffen. Sicher ist, daß die Herkunft des Latschenhonigtaues unbekannt ist.

Nach allen meinen bisherigen Erfahrungen war zu vermuten, daß die Ursache des Latschen-Honigtaues in irgend einem Lachnus gelegen sein muß. Zuerst wurden von mir honigende Latschen gesucht. Vier Jahre lang leider in Murau, am Gartner-Kofel und Spitzegel bei Hermagor vergeblich. Heuer verlegte ich meinen Sommeraufenthalt nach Neuberg a. d. Mürz. Von seinerzeit her war mir bekannt, daß auf der Schneealpe bei Neuberg ausgedehnte Latschbestände zu finden sind. Die auf der Hochebene derselben liegenden Bestände bei der „Farfel" sind von Neuberg aus in zwei Stunden zu erreichen. Die ersten Ausflüge dahin Ende Juni und in den ersten Julitagen blieben ergebnislos. Ich suchte nach meinen bisherigen Leittieren zu Aphiden, den Ameisen. Solche

konnte ich aber auf den Latschen nicht finden. Erst beim vierten Ausflug Mitte Juli achtete ich auf die Latschen besuchenden *Vespa rufa*. Und der Erfolg war da. Ohne daß man auch nur den geringsten Honigtau bemerken konnte, fanden diese Tiere die Läuse. Sie müssen einen ausgezeichneten Geruchsinn haben, denn sie flogen aus einer Entfernung von zwei Spannen ziemlich gerade auf die Läuse los. Damals wurden nur wenige vereinzelte Läuse gefunden. In acht Tagen darauf war es schon weitaus besser. Große Honigtautropfen lagen auf den Latschennadeln und Dipteren, Wespen und Hummeln fanden gute Tracht. Der Honigtau wurde von mir gekostet. Eine große Anzahl Läuse wurde auf den Zweigen, auf denen sie saßen, mit nach Hause genommen. Bienen sah ich oben auf der Schneealpe überhaupt nicht. Unten im Tale war Bodennebel und bei solchem fliegen die Bienen nicht aus. Leider war es auch so in weiteren acht Tagen. Dann trat kaltes Wetter ein und aus war es mit dem Honigtau. Auch Läuse waren nur mehr sehr wenige zu finden.

Sowohl an *Lachnus pineti* Koch und *Lachnus pichtae* Nördlinger, beide in Freistein a. d. Thaya als auch an *Lachnus piceae* Walk in Neuburg konnte ich eingehend beobachten, wie sehr die Entwicklung der Läusekolonien an die Wettereinflüsse gebunden ist. In allen Fällen wurden aufgefundene Kolonien dadurch bezeichnet, daß ein farbiger Faden in nächster Nähe der Kolonie um den Zweig gebunden wurde. Täglich wurden die Kolonien besucht. Eine genaue Buchführung zeigte das Verschwinden vieler Kolonien nach Sturm, Gewitter und Kälte, sowie deren Vermehrung bei schönem Wetter. Soweit Ernährung hierbei eine Rolle spielt, ist ja schon von Mordwilko, Biol. Centralbl., Bd. XXVIII, S. 639, und soweit die Blattlausfeinde in Betracht kommen, auch von Mordwilko, Zool. Anz., Bd. XVIII, S. 83 vieles erörtert worden. Aus allen Beobachtungen ergibt sich, daß die Massentwicklung der Läuse, soweit die Umwelt derselben in Betracht kommt, in erster Linie von den Witterungsverhältnissen und zwar nicht nur des Jahres der Entwicklung, sondern wegen der Feinde auch des vorhergehenden abhängt. Nach den Erfahrungen der Imker findet eine Läuse-Massenentwicklung durchschnittlich alle vier Jahre statt. Und die Bienen besuchen in der Regel den Honigtau einer Pflanze, wie ebenfalls die Imker beobachtet haben, nur dann, wenn er massenhaft auftritt. Das stimmt ja auch mit den Forschungen v. Frisch, die er über das Aufsuchen der Honigquellen durch die Bienen gemacht, überein.

Dem in das interessante Leben der Aphiden Uneingeweihten will es nicht eingehen, daß die ungeheuren Mengen Honigtau von den genannten Tieren herrühren. Und doch ist es so. Jahrelang gehe ich der Sache nach. Die durch den After der Läuse abgegebenen klaren Honigtautröpfchen sind bei schwacher Assimilation der von den Läusen bewohnten Pflanzen sehr gering. Meist warten schon die Ameisen auf

den Tieren stehend darauf. Wenn aber die Assimilation eine große wird, werden die Tropfen besonders in der Frühe während des Sonnenaufganges in kurzen Zeiträumen ausgeworfen. Wenn nun zu dieser Zeit massenhaft Läuse vorhanden sind, regnet es tatsächlich Honigtau. Für *Lachnus muravensis* auf Lärchen und auch für die zu besprechende Latschenlaus tritt das stärkste Honigen um den 20. Juli ein. Aber nur in besonders heißen, trockenen Jahren! Zu dieser Zeit glänzen die diesjährigen Triebe, wie wenn sie lackiert worden wären. Das ist aber nicht, wie man vielfach meint, Honigtau, sondern ein von den zarten Blättern zum Schutze gegen die sengenden Sonnenstrahlen abgeschiedener Harzüberzug, wie man sich leicht überzeugen kann. Daß in Jahren mit viel Sonnenschein viel von den Pflanzen assimiliert wird und daß die täglichen Assimilationsprodukte der Blätter durch das Weichbast aus den Blättern in die tiefer gelegenen Pflanzenteile geleitet werden, ist ja eine allgemein bekannte Tatsache. Daß also in heißen Jahren die Pflanzenläuse besonders gute Lebensbedingungen finden, ist klar. Man vergleiche darüber Mordwilko, Biolog. Centralbl. Bd. XVIII. Ob der Druck der abwärts geleiteten Säfte oder ob das Saugen der Läuse zu der genannten Zeit ein stärkeres ist, ist noch nicht festgestellt. Tatsächlich ist die Sachlage äußerlich leicht feststellbar, wie van der Goot, Beitr. zur Kenntnis der holländ. Blattläuse, S. 30 sagt: „Die Blattläuse benützen nämlich die von ihnen dem Pflanzengewebe entnommenen Säfte nur in sehr geringem Maße, gehen sozusagen verschwenderisch damit um und brauchen deshalb relativ eine große Menge des Pflanzensaftes zur Nahrung und zur Produktion ihrer zahlreichen Jungen. Die nur zu einem sehr geringen Teil im Körper ausgenützte Flüssigkeit wird nun weiter durch die Analöffnung als ‚Honigtau' ausgeschieden."

Trotzdem ich den Bienenbesuch auf Honigtau liefernden Latschen nicht gesehen habe, zweifle ich nach meinen bisherigen Erfahrungen doch keinen Augenblick, daß er stattfindet. Und dies umsomehr, als der Besitzer der Windberghütten auf der Schneealpe mir das Latschenfeld auf der Hochebene bei der „Farfel" als dasjenige bezeichnete, in dem er wiederholt Bienen in Massen sammeln sah.

Daß die Latschenläuse ungemein schwer zu sehen sind, und deren Honigtau gut schmeckt, kann auch Herr Wanderlehrer Hans Groyer bestätigen. Er besuchte mich, als ich mit den ersten Läusen von der Schneealpe kam. Die Läuse haben so genau die Farbe der Schuppen der vorjährigen Triebe, in denen sie sich aufhalten, und sie stellen sich beim Saugen noch überdies schräg zur Längsaxe des Stammes, parallel zu den Nadeln, daß man sie für kleine Holzauswüchse hält. Erst wenn sie laufen, sieht man, daß man es hier mit Lebendigem, mit Läusen zu tun hat (Abb. 6).

Man darf sich demnach nicht wundern, daß man bisher die Latschenläuse in unseren Gegenden noch nicht aufgefunden hatte.

Soweit mir die Literatur bekannt ist, fand Cholodkovsky[1]) den von Koch[2]) entdeckten und abgebildeten, von Mordwilko[3]) eingehend beschriebenen *Lachnus taeniatus* auf der Latsche im dendrologischen Garten der St. Petersburger Forstakademie. Diese Art ist aber, wie sich zeigen wird, durchaus nicht die von mir auf den Latschen der Schneealpe gefundene, obwohl sie ihr sehr ähnlich ist. Ich beschreibe sie daher als neue Art und zwar als

Lachnus Neubergi n. sp.

Zuerst soll die ungeflügelte Vivipara von der Schneealpe beschrieben werden. Derartige Tiere sind ja die weitaus häufigsten. Dann wollen wir diese mit dem *Lachnus taeniatus* vergleichen.

Unser Tier ist zweifellos ein Lachnus, wie er von van der Goot[4]), S. 386 charakterisiert wird.

I. Gestaltverhältnisse.

Größe der Ausgewachsenen: Länge 4,5 mm, größte Breite 2,5 mm. Gestalt von oben gesehen birnförmig, größte Breite knapp hinter der Körpermitte. Kopf ein Drittel so breit als der größte Breitendurchmesser

Abb. 1. *Lachnus Neubergi* n. sp. Nichtausgewachsene, flügellose Vivipara von oben. Vergr. 1 : 7½.

Abb. 2. Ausgewachsene, flügellose Vivipara von unten. Vergr. 1 : 7½.

Abb. 3. Ausgewachsene, flügellose Vivipara von oben. Vergr. 1 : 7½.

des Hinterleibes, mehr als halb so hoch als breit, sein Vorderrand halbkreisförmig, oben in der Mitte eine feine Längsfurche, zwischen dieser und den Augen keine Gruben. Rüssel angelegt bis zur Mitte des Hinterleibes reichend. Augen am Seitenrande des Kopfes, halbkugelig. Fühler angelegt bis zur Mitte der Hinterhüften reichend mit folgenden Verhältniszahlen

---

[1]) Cholodkovsky. N., Beiträge zu einer Monografie der Coniferen-Läuse, Teil II, S. 39.

[2]) Koch, C. L., Die Pflanzenläuse, S. 240.

[3]) Mordwilko, A. C., Zur Biologie und Systematik der Baumläuse usw., Zool. Anz., Bd. XVIII, S. 97.

[4]) van der Goot, Beiträge zur Kenntnis der holländ. Blattläuse, S. 386.

der letzten vier Glieder vom sechsten angefangen: 16,5 : 19 : 14 : 30. Geruchsorgane an den Fühlergliedern: 6. = 1, 5. = 1 (selten 1 + 1), 4. = 0, 3. = 0. Der Endkegel auf dem 6. trägt bis 4 auf kurzen Warzen stehende (?) Geruchsorgane. 1. Brustring etwas kürzer als der Kopf, aber etwas breiter, der 2. wieder etwas kürzer und breiter als der 1., der 3. wieder etwas kürzer und breiter als der 2. Die auf den Kopf folgenden vier oberen Verbindungen der Segmente sind auffallend tief. Sie stellen tiefe Querfurchen dar. Die drei ersten Rückensegmente nach dem Kopfe haben in der Mitte ihrer Seitenhälften jederseits nahe ihrem Hinterrand eine

Abb. 4.
Ausgewachsene, ungeflügelte Vivipara. Kalilauge-Präparat, durchsichtig. *a* = die drei Paare von schwarzen Oberseite-Gruben, *b* = braune Flecken auf den vorletzten Segmenten decken am Präparat einander, *c* = Fleck um die Saftröhre. Vergr. 1 : 9'$_2$.

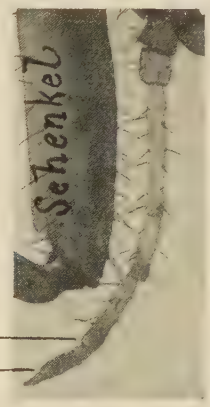


Abb. 5.
Ausgewachsene, ungeflügelte Vivipara. Fühler. *r* = Riechorgane. Vergr. 1 : 25.

Abb. 6.
Vorjähriger Zweig von *Pinus montana*, bei *d Lachnus Neubergi*, den man nur am linken geknieten Hinterbein zu erkennen vermag und ein Honigtautröpfchen. Natürl. Größe.

große, tiefe Grube. Die Verhältniszahlen der Schenkel und Schienen sind: Hinterbeine 100 : 140, Mittelbeine 75 : 92, Vorderbeine 85 : 90. Da bei den Beinmessungen das gleiche Maß verwendet wurde, gelten die gefundenen Zahlen zu Vergleichen unter den Beinen selbst. Am Hinterleib ist nichts besonderes zu bemerken. Der ganze Körper ist verhältnismäßig dicht mit steifen, etwas schräg stehenden Haaren bedeckt. Dieselben sind nur am unteren Hinterleib kürzer. Die längsten sind nur bis 0,02 mm lang. Saftdrüsen aus breiter Basis spitz kegelförmig.

II. Färbung.

Will man sich von der bei Aphiden ungemein veränderlichen Bestäubung unabhängig machen, so muß man auch, wie ich es schon bei der Beschreibung der *Lachnus muravensis* getan, Stücke aus Alkohol

enthaltenden Flüssigkeiten — ich nehme immer die Freilingsche Fixierungsflüssigkeit — beschreiben. Vgl. diese Zeitschrift Bd. 1927, S. 467. Die Beschreibung ist demnach eine doppelte.

a) Färbung von Freilingstücken.

An solchen beobachtet man viererlei Farben: lichtgelb, lichtbraun, dunkelbraun und schwarzbraun. Die Hauptfarbe ist lichtbraun. Dunkelbraun sind: je ein großer kreisförmiger Fleck um die Saftröhren; ein langer, schmaler, unregelmäßig gestalteter Querfleck am vorletzten Tergiten; das an die Afteröffnung stoßende letzte Hinterleibssegment und der größte Teil der Beine. Lichtgelb ist: die Wurzelhälfte des Rüssels; das an der Hüfte liegende Drittel der Schenkel; die an die Schenkel stoßende Hälfte der Schienen mit Ausnahme eines sehr kurzen, den Schenkel berührenden Teiles derselben. Schwarzbraun ist: die Vorderhälfte des Rüssels; die Mittelfurche am Kopfe; die Gruben auf der Oberseite der 3 ersten Leibessegmente; die Safthöcker; gleichmäßig über den oberen Hinterleib zerstreute, kleine, rundliche Flecken, von denen stets einer um eine Haarwurzel liegt und keiner zwei Haarwurzeln umfaßt; auf der Unterseite des Bauches die Stigmen; ein großer rhombischer Fleck mit abgerundeten Ecken und einer Einbuchtung an der Vorderseite; die Augen; eine Reihe von Punkten in der letzten oder in den beiden letzten Querfurchen der Oberseite.

b) Färbung von frischen Stücken.

Nur Hüften, Rüsselwurzel, die schwarzen Fleckchen des Hinterleibes unbestäubt und glänzend. Der ganze Körper ist dunkelbraun. Unterseite etwas heller; Hüften und Oberseite dunkler, besonders Kopf und Brust. Oben oft mit einem dunkelgrünen Metallschimmer. Die am Alkohol-Exemplare beschriebenen braunschwarzen Teile sind hier schwarz. Vergleichen wir unser beschriebenes Tier mit *Lachnus taeniatus* Koch, so müssen wir sagen, daß es letzterem nahe steht. Ja die Beschreibung Kochs deckt sich noch mit unserem Tier ganz: „Kopf, Hals und Vorderleib dunkelbraun, die Rückenbeulen des Thorax glanzlos schwarz; Hinterleib bräunlich rostrot, in der Mitte des Rückens braun verdunkelt; Rüssel und Fühler braunschwarz, die Glieder des ersteren an der Wurzel, ebenso die Wurzel der Schenkel und die Schienbeine in der Mitte gelblich.“ Mordwilko geht in seiner Beschreibung schon weiter. Auf unser Tier paßt: Rüssel bis zum dritten Sterniten reichend; viertes Fühlerglied kürzer als das fünfte. Auch Cholodkovsky gibt Passendes dazu: Fühler kürzer als die halbe Körperlänge. Dagegen wird von den beiden letzteren als Nichtpassendes angegeben: Länge des Tieres 4 mm; 4. Fühlerglied länger als das 6.; der Hinterleib trägt in der Mitte mehrere dunkle Flecken; auf der Oberseite der Hinterbrust und am ersten Hinterleibsring je zwei mehr oder weniger einander genäherte schwarzbraune Fleckchen, die auch an Wein-

geiststücken zu sehen sind. In seiner Zeichnung vom Fühler, Tafel XIII, Abb. 26, sind die Geruchsorgane auf den Fühlern: 6. = 1, 5. = 1 + 1, 4. = 0, 3. = 0.

Unseren Latschen-Lachnus gegenüber dem *taeniatus* auszeichnend kommt noch dazu: alle schwarzen Punkte auf der Ober- und Unterseite; die vier Querfurchen auf der Oberseite des Tieres; die drei Paare schwarzer Gruben oben auf den drei ersten Leibessegmenten nach dem Kopfe. Da es mir nicht möglich war, Stücke des *Lachnus taeniatus* zu untersuchen, kann ich weitere Unterscheidungsmerkmale nicht angeben. Aus demselben Grunde kann es auch sein, daß die eben genannten schwarzbraunen Fleckchen die von mir beschriebenen schwarzen Grubenflecken sind, was allerdings unwahrscheinlich ist, da letztere nicht einander genähert sind, sondern um eine halbe Segmentbreite auseinanderliegen.

Alles in allem ergibt sich, daß trotz der Ähnlichkeit unseres Latschen-Lachnus mit dem *taeniatus* ersterer als eigene Art angesprochen werden muß.

Verschiedenes.

Die Zukunfsmöglichkeiten der Entomologie.[1])

Von R. N. Chapman.

(Mit 1 Abbildung.)

Was Sie sich als die wichtigsten Zukunftsmöglichkeiten[2]) der Entomologie vorgestellt haben, als Sie zuerst diesen Titel lasen, weiß ich nicht. Wenn ich zu der neuen Schule von Erziehungspsychologen gehörte, so würde ich dies ausfindig machen durch auszufüllende Fragebogen. Aber ich habe eine solche Abneigung gegen diese parasitische Methode zeitraubender Informierung, daß ich es vorziehe, das Verbrechen zu begehen, lieber zu vermuten denn Ihre Zeit zu stehlen. Ich will annehmen, daß die wirtschaftliche Bedeutung das erste war, was Ihnen in den Sinn kam. Das wirtschaftliche Wirkungsvermögen der Entomologie hat sicherlich das Publikum beeindruckt. Laßt uns einige große Plagen durch heimische oder eingeschleppte Insekten mehr haben, und wir werden in den Augen des Publikums so ansehnlich sein wie ein Konzern der Stahlindustrie. Der Mann aus dem Volke, der bezweifelte, ob es ratsam sei, Leute, die sich für Wanzen interessieren, ebenso frei herumlaufen zu lassen wie normale Individuen, wird selten. In der Tat, wenn jemand aus dem Publikum von einem Entomologen eine Rechtfertigung seiner Existenz heutzutage zu verlangen hätte, so würde er bald so in die Enge getrieben sein durch die wirtschaftlichen Argumente, daß er sich gedrängt fühlen würde, für seine störende Existenz auf der Erde während des Zeitalters der Insekten um Entschuldigung zu bitten, und er würde die Aussprache damit zu beenden haben, dem Entomologen zu danken für die Erlaubnis, seine Existenz fortzusetzen. Bei der gegenwärtigen Entwicklungsrichtung mag der Tag kommen, wo Entomologen mehr zur Klasse der Diplomaten als zu der der Wissenschaftler gehören werden. Sie mögen dann bevollmächtigte Minister sein, die das Nebeneinanderleben von Menschen und Insekten regeln und die nötigen Schritte tun werden, damit die Bewegung des Menschen und seiner Handelsartikel von einer geographischen Region zur andern nicht mit ernsthaften biologischen Verlegenheiten verknüpft sei.

Vor einiger Zeit wurde ich veranlaßt, Rechenschaft abzulegen, ob ich zu gewissen Vorteilen, um die ich gebeten hatte, berechtigt sei. Nachdem ich meinen Plan und seine wissenschaftliche Bedeutung so gut ich irgend konnte, begründet hatte, erwähnte ich ein Nebenprodukt der Arbeit, das keinerlei wirkliche wissenschaftliche Fähigkeit voraussetzte, aber zufällig siebzig Tausend Dollar Wert an Gütern und eine Million Geschäftsgewinn einer Korporation rettete, die es wirklich nicht nötig hatte. Diese eine Bezugnahme auf

[1]) Offizielle Ansprache von Prof. Dr. R. N. Chapman in der Entomological Society of America, am 28. Dezember 1928 in New-York. — Übersetzt von K. Friederichs. Der Übersetzer hat es vorgezogen, die oft spezifisch amerikanischen und daher in Übersetzung nicht immer leicht verständlichen Gedankengänge des Verf. ziemlich genau wiederzugeben, anstatt ihnen durch allzufreie Übersetzung das Charakteristische zu nehmen.

[2]) „*Potentialities of entomology*" (Anm. d. Übersetzers).

wirtschaftliche Bedeutung war Trumpf gegenüber allen meinen übrigen Ausführungen. Obwohl die Richter selbst Gelehrte waren, reagierten sie schneller auf die Sprache unseres wirtschaftlichen Zeitalters als auf die Logik der Wissenschaft.

Ich weiß den Wert der wirtschaftlichen Karte recht wohl zu schätzen und ich weiß, daß sie gewöhnlich Trumpf ist, aber ich beabsichtige diesmal nicht sie auszuspielen. Ich nehme als erwiesen an, daß wir uns alle der wirtschaftlichen Bedeutung der Entomologie bewußt sind, aber ich möchte wissen, ob wir genug an gewisse Möglichkeiten denken? Ziehen wir die Bedeutung als hohe Wissenschaft[1]) und die kulturelle in Betracht?

Ich habe einen Freund, der ein fähiger Geschäftsmann ist, und es trifft sich, daß die Entomologie eine wesentliche wirtschaftliche Rolle in seinem Geschäftszweig spielt. Bei Erörterung der Forschung in Entomologie, machte er einmal die Bemerkung, er könne niemanden begreifen, der entomologische Forschung treibe, ohne direkt oder indirekt als sein Endziel irgend eine wirtschaftliche Anwendung seiner Arbeit vor sich zu sehen. Dies ist kein ungewöhnlicher Standtpunkt, nicht nur der Entomologie sondern jedem Zweig der Wissenschaft gegenüber.

Es scheint allgemein das Gefühl bei dem Publikum zu bestehen, daß ein Wissenschaftler die Zeit, die er an das Laboratorium wendet, rechtfertigen muß auf Grund der wirtschaftlichen Bedeutung der Ergebnisse, die von seiner Arbeit zu erwarten sind.

Das Publikum hat das Benehmen eines Berufsbettlers angenommen — es erwartet für sich etwas von allem, was der Wissenschaftler tut. Aber das Publikum ist für diese Anschauung nicht allein verantwortlich. Wir haben es zu dieser Anschauung erzogen. Wir entschuldigen uns für die Arbeit, die vom eigentlich wissenschaftlichen Standpunkt aus unternommen wird, indem wir sagen, daß niemand wissen kann, welche wirtschaftliche Bedeutung die Ergebnisse irgendwann in Zukunft haben mögen. Warum solche Arbeit nicht damit rechtfertigen, daß die gesuchten Ergebnisse bedeutungsvoll im Reiche der Erkenntnis sind, anstatt zu versuchen, durch irgend welche gewaltsame Vorstellungen eine ökonomische Angelegenheit daraus zu machen? Ich lasse selbstverständlich hierbei alle Arbeit beiseite, die ausgesprochen wirtschaftlich ist. Die menschliche Gesellschaft hat ein volles Recht auf ökonomische Vorteile aus solcher Arbeit, und ich will hinzufügen, nebenbei, daß sie sie gewöhnlich von jeder wissenschaftlichen Arbeit erhält. Ich trete lediglich ein für gelehrte wissenschaftliche Forschung auf Grund gelehrter Erkenntnis selbst.

Die menschliche Gesellschaft verlangt von einem Künstler nicht, daß er ein bedeutendes Gemälde damit rechtfertigt, daß diejenigen, welche es ansehen, dadurch in der Lage sein werden, mehr Geld zu verdienen oder solches zu sparen. Wenn der Künstler eine meisterhafte Darstellung von etwas Schönem in der Natur, einem großen menschlichen Affekt oder einem großen Gedanken geben kann, so nimmt das Publikum seine Darbietung als solche an. Poesie wird nicht danach beurteilt, ob ihre Zeilen auf Geschäfte anwendbar sind oder ob das Lesen derselben Geld einbringt oder erspart. Es gibt wenigstens einige Leute, die Zeit finden können, Gemälde anzusehen und Poesie zu lesen der Genugtuung wegen, die es ihnen gewährt — weil ihr Leben dadurch reicher wird als es vorher war.

Welche ökonomische Rechtfertigung ist am Platze, wenn ein Untersuchungsprogramm ausgeführt wird, um wichtige Tatsachen zu beweisen, die dem menschlichen Gedanken ein neues Feld eröffnen? Ein Problem wird recht erfaßt, eine Arbeitshypothese wird formuliert, die die Bestimmung gewisser unbekannter Quantitäten in einem dunklen Gebiet verlangt. Die Experimente werden mit Geist, peinlichster Sorgfalt und Geschicklichkeit ausgeführt und die größten technischen Schwierigkeiten überwunden, welche bis dahin dieses Unbekannte vor dem menschlichen Verstand verschlossen. Alle Ergebnisse werden logisch und mit vollkommener intellektueller Redlichkeit angeordnet. Die Schlüsse werden logisch gezogen und in meisterlicher Fassung dargeboten, zu einer ganzen Folge

[1]) „Scolarship" (Anm. d. Übersetzers).

neuer Gedanken und Wertungen führend. Die Fassung einer großen Hypothese ist ein Aufschwung der Vorstellungskraft, geleitet durch eine unfehlbare Logik, ihr Substanzierung ein Beispiel intellektueller Strategie, und ihre Resultate öffnen eine Straße, auf welcher der Gedankenflug dem Universum entfliehen mag, das ihn vorher umschloß. Sicherlich, Forschung von diesem Rang steht auf sich selbst als intellektuelle Leistung und ihr sollte nicht weniger von den Rechten und dem Ansehen der Kultur zuteil werden als der Kunst, der Musik oder der Literatur.

Wir müssen gewisse Vorbehalte machen in Bezug auf den kulturellen Wert der Entomologie. Es wird nicht behauptet, daß alles entomologische Einzelwissen kulturelle

Professor Chapman und sein Stab 1928.
Von links nach rechts: Maynard S. Johnson, K. Friederichs, S. L. Loewen, Clarence E. Mickel. R. N. Chapman, L. W. Orr, A. G. Ruggles, H. L. Parten.

Bedeutung habe. Aber insofern als das Studium beiträgt zur intellektuellen Verfeinerung und den Menschen erleuchtet über seinen Platz in der Natur, hat es sicherlich eine kulturelle Bedeutung. Und hierfür bietet die ganze Natur keine bessere Gelegenheit als das Studium der Insekten mit ihren mannigfachen Formen und ihren hochentwickelten sozialen Gewohnheiten. Im Gegensatz zu Museen und Büchereien sind sie überall zu finden.

Lassen Sie uns jetzt unsere Aufmerksamkeit dem derzeitigen Stand der Entomologie in Beziehung zur reinen Wissenschaft und Kultur zuwenden. Wenn Wissenschaft sich über das wirtschaftliche Streben erhebt und das Feld intellektueller Leistung betritt, wo steht dann die Entomologie in diesem Reich? Wenn wir die Frage ehrlich beantworten, und das haben wir zu tun, so müssen wir sagen, sie rangiert nicht sehr hoch. In kaum irgend einem Lande außer Amerika wird sie eines Lehrstuhls auf einer Universität für wert erachtet. England hat eine solche Professur. Deutschland hat keine — und was mehr bedeutet, wenn ein junger Zoologe sich dem Studium der Insekten

widmete, so könnte er nicht einmal hoffen, einen zoologischen Lehrstuhl an einer Universität zu erhalten. Allerdings gibt es Professoren der angewandten Zoologie an Forsthochschulen, die wesentlich Entomologen sind, aber sie sind gleichwohl Professoren der angewandten Zoologie. Selbst an der Universität Rostock, wo spezielle Kurse für das Studium der Entomologie eingerichtet sind, ist der damit Beauftragte ein Professor der angewandten Zoologie.[1])

Frankreich hat keinen entomologischen Unterricht als solchen an den Universitäten, welche dem Ministerium für öffentlichen Unterricht unterstellt sind. Entomologie wird gelehrt an den landwirtschaftlichen Instituten, die dem Landwirtschaftsministerium unterstehen, aber es gibt an diesen keine Professoren der Entomologie. Dr. Marchal ist Direktor der entomologischen Station, aber sein Titel ist Professor der angewandten Zoologie, und die Entomologie, die in seinem Institut gelehrt wird, ist nicht offiziell durch die Universitäten Frankreichs anerkannt, weil sie einem anderen Ministerium unterstehen.

Diese allgemeine Lage in Europa beruht nicht ausschließlich auf der Erkenntnis der Tatsache, daß Entomologie nur ein Spezialzweig der Zoologie ist — was ja eine vollkommen richtige Ansicht ist — sie beruht auf dem Urteil, daß Entomologie sich nicht auf demselben wissenschaftlichen Niveau wie die allgemeine Zoologie befindet und dieser Gesichtspunkt ist nicht auf Europa beschränkt. Er wird auch in Amerika eingenommen. Ich bekleide zwei Teilprofessuren an einer Universität, und von meiner Höhe als Professor der Zoologie kann ich mit einem aus Geringschätzung und Mitleid gemischtem Gefühl auf mich selbst herabsehen als einem Professor der Entomologie. Ich kann es auch umgekehrt machen und mit einem wirklichen Neid zu meiner höheren Stellung als Professor der Zoologie aufblicken. Solange meine Interessen die heutigen sind, ist es ein Glück für mich, daß ich mich in dieser Doppelstellung befinde. Wenn ich in irgendeinem anderen Lande als Amerika lebte und überhaupt einen Lehrstuhl einnehmen wollte, so müßte ich ein Zoologie-Professor sein und Entomologie heimlich treiben oder ganz lassen.

In bezug auf die Stellung zur Kultur ist die Lage in Amerika fast noch schlechter als in Europa. Einer meiner Kollegen überraschte mich neulich durch die Frage, ob überhaupt gewisse Abschnitte der allgemeinen Zoologie als kulturell betrachtet werden könnten, und einige meiner literarischen Freunde schütteln sich bei dem Gedanken, zugeben zu sollen, daß Wissenschaft in irgendeiner Form zum Reiche der Kultur gehöre. Europa wird uns wahrscheinlich mehr die kulturelle Seite zugestehen als die wissenschaftliche.

So also ist die Lage, und wir haben ihr ehrlich ins Gesicht zu sehen. Ich habe viel darüber nachgedacht, als ich Universitäten und wissenschaftliche Versammlungen in verschiedenen Teilen von Amerika und Europa besuchte. Zufällig mag einigen von Ihnen der Gedanke kommen, daß ich es persönlich leicht habe, indem ich nur auf meinen zoologischen Lehrstuhl zu steigen brauche. Aber darum scheide ich nicht gänzlich bei der Frage aus, denn, im Vertrauen, ich gehöre nicht ganz der Zoologie, ein wesentlicher Teil von mir ist unlösbar mit der Entomologie verknüpft. Dies ist eine wirkliche, wiewohl feine Unterscheidung, denn Sie müssen bedenken, daß ein Zoologe die Erblichkeit bei Drosophila studieren und doch kein Entomologe sein kann. Bei seinem Studium von Tieren mag der Zoologe zufällig auch mit Insekten zu tun haben, der Entomologe aber studiert Insekten, indem er ihnen absichtlich den Vorzug gibt.

---

[1]) Bei diesen Ausführungen ist freilich nicht in Betracht gezogen, daß es nur logisch ist die betreffenden Hochschullehrer als solche der angewandten Zoologie zu bezeichnen, da sie außer über Insekten auch über andere Schädlinge, sowie in der Regel auch über Fischerei und Jagdkunde und selbst über allgemeine Zoologie zu unterrichten haben. Das Institut des Verfassers an der landwirtschaftlichen Abteilung der Universität von Minnesota heißt „Departement of Entomology and applied Zoology". Außerdem unterrichtet er im Zoologischen Institut in Ökologie (Anm. d. Übersetzers).

Es kann nichts Gutes dabei herauskommen, wenn man sich über das von Wissenschaft und Kultur gefällte Verdikt beschwert. Lassen Sie uns alle Gefühle ungerechter Beurteilung beiseite setzen und das Verdikt, wie es ist, annehmen. Lassen Sie uns die Lage prüfen und sehen, was zu den gegenwärtigen Verhältnissen geführt hat, und dann nicht verlangen, daß Standards gesenkt werden wegen der speziellen Umstände, die unsere Lage bedingen, sondern in die Zukunft sehen und zusehen, daß unsere Leistungen solche werden, daß keine Höhe der Anerkennung uns versagt werden kann, nicht in den fragwürdigen niederen Lagen, sondern völlig gleichberechtigt jeder anderen Disziplin.

Die verschiedenen Disziplinen haben sich geschichtlich so entwickelt, daß sie mit qualitativen Beobachtungen und bloßen Beschreibungen begonnen haben. Später haben sie Techniken für quantitative und experimentelle Arbeit entwickelt. Hypothesen wurden aufgebaut und Regeln festgestellt, basierend auf Berechnungen, die ausgesprochen technische quantitative Methoden einschließen. In den biologischen Wissenschaften hat die Arbeit mit Beschreibung von Arten, Gewohnheiten und Lebensgeschichten begonnen. Weiterhin machte die Entwicklung des Mikroskops und anderer technischer Hilfsmittel die Untersuchung kleinerer Strukturen möglich. Während der Darwinschen Periode beherrschten Beobachtungen mit der Tendenz, die Evolutionstheorie zu stützen, so sehr alles in der Biologie, daß experimentelle Arbeit fast vergessen wurde. Quantitative experimentelle Arbeit in Physiologie, Biochemie und Biophysik, welches die Energiebeziehungen der Organismen behandelt, bildet eine der wichtigen neueren Entwicklungen, die in Landwirtschaft, Industrie und Medizin Anwendung gefunden haben. Zurzeit sehen wir neue Methoden, neue Theorien und neue Grundsätze sich in der Literatur derartig überstürzen, daß die meisten von uns sich fragen, ob es überhaupt mit der Zeit so weitergehen kann. Wohl ist vieles davon Laune und Mode, aber manches ist von grundlegender Bedeutung.

Die bloße Tatsache, daß es mehr Arten von Insekten gibt, als von allen anderen Tieren zusammen, hat zu mehr systematischer Arbeit in Entomologie denn in allen anderen Zweigen der Zoologie geführt. Diese große Aufgabe, die ungeheure Zahl von Insektenarten zu beschreiben, von denen viele selbst jetzt noch unbekannt sind, hat sich als nicht nur zeitraubend, sondern auch bezaubernd erwiesen. Folglich, während die Entomologen mit dieser großen Aufgabe bloßer Beschreibung beschäftigt waren, sind Arbeiter in anderen Zweigen der Zoologie kräftig vorgedrungen in ein mehr vorgeschrittenes Feld, das experimentelle und quantitative Methoden einschloß. Die großen Naturschätze der Entomologie haben sich als ein Hindernis erwiesen. Verloren in dem Reichtum von Material, auf das andere Zweige der Zoologie wohl neidisch sein könnten, ist die Entomologie nicht fähig gewesen, mit dem Fortschritt des Tages Schritt zu halten. Gewaltige Mengen von Amateuren sammelten sich auf diesem Felde an, durch den Reichtum des Materials angezogen. Eine Anzahl von ihnen, das ist wahr, sind in Bewegung gesetzt worden, durch denselben Antrieb, der den Schulbuben veranlaßt Marken zu sammeln, aber viele andere sind mit wahrem kulturellem Streben gekommen, und sie wurden angetrieben durch die intellektuelle Tätigkeit, die in dem Beschreiben von Spezies und dem Studium der Lebensgewohnheiten von Gruppen von Insekten liegt. Diese bilden ein sehr wichtiges Element in der menschlichen Gesellschaft. Sie erwerben eine gewisse intellektuelle Verfeinerung, die schwer auf einem anderen Wege zu erlangen ist denn durch enge Berührung mit den Tatsachen der Natur. Sie sind ein stabiles Element in vielen von den europäischen Ländern. Es ist schwer sich vorzustellen, daß eine solche Gruppe mitgerissen wird durch irgend welche gegen naturgemäße Entwicklung gerichtete Propaganda. Sie kennen zu genau die Tatsachen der Natur, sie haben sie aus erster Hand kennen gelernt.

Während Entomologie auf diesem Wege sehr Wichtiges zur Kultur beigetragen hat, hat sie das zugleich auf Kosten ihres eigenen scholastischen Standards getan. Das Resultat ist, daß Zoologen Entomologen als nichts weiter angesehen haben, denn als Be-

schreiber von Arten und Lebensgewohnheiten. Sie haben in vielen Fällen ausgeführt, daß einige von den wichtigeren Beiträgen in dieser Hinsicht durch Amateure gemacht sind, die keine angemessene Schulung gehabt haben, um als Gelehrte zu gelten.

Auch ein zweiter großer natürlicher Schatz, der der Entomologie zugefallen ist, hat sich nicht nur als Vorteil, sondern daneben als Hindernis erwiesen: die wirtschaftliche Bedeutung. Ich habe dies von direkter Betrachtung ausgeschlossen, aber wir müssen es hier indirekt einfügen als einen wichtigen Faktor, der den Fortschritt wissenschaftlicher Arbeit in der Entomologie aufgehalten hat. Wir sind etwa in derselben Lage wie ein Neureicher mit bedeutendem wirtschaftlichem Ansehen, aber nicht genug Kultur, um in die beste Gesellschaft zu gelangen. Eine enorme Armee von Entomologen ist aufgeboten worden, um Insektenplagen zu bekämpfen. Plagen sind vorgekommen, die sich zu Katastrophen steigerten. Unglücklicherweise — vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen — bestand wenig Beziehung zwischen der Art wissenschaftlicher Arbeit, die dabei zu leisten war und den wirtschaftlichen Resultaten, die damit zur Bekämpfung der Insekten erreicht wurden. Einige der ernstesten Insektenplagen sind oft erfolgreich gemeistert worden mit Methoden, die irgend einem höheren Schüler eingefallen waren. Die Entomologie ist nicht die einzige Disziplin, die auf diese Art gelitten hat. Dasselbe ist der Medizin widerfahren. Zu einigen der älteren Mittel ist man auf einem völlig selbstverständlichen Weg gelangt.

Die Tatsache, daß manche unstudierte Entomologen fähig gewesen sind, markanten Fortschritt im Kampf gegen Insekten zu bringen, guten Gewinn der Allgemeinheit einbringend und beträchtliche Aufmerksamkeit auf sich lenkend, hat die anderen Disziplinen veranlaßt, herabzusehen, vielleicht teilweise mit Neid, aber sicherlich teilweise mit einem Gefühl der Geringschätzung, auf ein Arbeitsfeld, in welchem ohne Ausbildung in den Grundwissenschaften Fortschritt erzielt wurde. Indessen, nachdem die mehr auf der Hand liegenden Probleme gelöst und aus dem Wege geräumt sind, nähern wir uns der Zeit, da wir, gleich den Medizinern, einigen schwierigen und komplizierten Problemen gegenüberstehen, welche das Beste verlangen, das unsere nächste Generation in scharfsinnigem Denken, solider Ausbildung in den Grundwissenschaften und der Entwicklung vorgeschrittenster Technik im Experimentieren und den verfeinertsten biometrischen Methoden der Ausdeutung leisten kann.

So scheint es, daß die Entomologie hinter der Zeit zurück ist, daß ihre berufsmäßigen Vertreter so ununterscheidbar mit den Amateuren gemischt sind, daß sie ihre Kaste unter den Gelehrten verloren haben. Aber diese Eigenschaften sind nicht ausschließlich nachteilig. Jedes schwere Objekt kommt langsam in Bewegung, setzt beträchtlichen Widerstand einer Ablenkung seines Laufes entgegen, aber schließlich mag es weiter laufen als kleine Objekte. Im letzten Sommer bemerkte Dr. Wheeler, als wir beisammen saßen und auf die Entomologen warteten, die sich für eine der Zusammenkünfte des internationalen Kongresses versammelten, daß er immer für Entomologen als solche sich interessiert habe: sie schienen ein konservatives Verhalten zu haben, ganz im Gegensatz zu den Launen und wechselnden Ideen, die die Zoologen zu beherrschen scheinen, die sich für einen Gegenstand in einem Jahre und für einen anderen im nächsten interessieren. Diese Bemerkung war mehr als ein Kompliment für die Entomologen gedacht denn als eine Betrachtung über Zoologen. Aber noch bevor ich am Schluß bin, werden Sie mich vielleicht als einen unruhigen Radikalen klassifizieren, wenn Sie es nicht schon getan haben.

Die Lage, der wir uns gegenüber sehen, ist keine Kalamität, sondern eine günstige Gelegenheit. Ich hätte diesen Vortrag nennen können: *From stumbling blocks to stepping stones*. Das Charakteristische der Entomologie, das ihren Fortschritt in der Vergangenheit verlangsamt hat, bedeutet die größten Möglichkeiten für die Zukunft. Ein entomologischer Kollege bemerkte einmal zu mir, er wünschte zu Linnaeus Zeiten gelebt zu haben, als jeder Spezies, die einem in die Hände fiel, ein neuer Name gegeben werden konnte. Mein Wunsch wäre das nicht. Wenn ich in irgend einer anderen Generation

als dieser zu leben hätte, so wollte ich lieber, es wäre die nächste. Ich wollte, alle Arten wären beschrieben und die Schlüssel dazu auf einem Rechenschieber angebracht, der immer funktioniert.

Lassen Sie uns jetzt die kulturellen Möglichkeiten betrachten, die sich aus dem Interesse der Amateur-Entomologen ergeben mögen. Vor einem Jahr hatte ich Urlaub für fünfzehn Monate und hatte die erste Gelegenheit zum Nachdenken, seit ich zum Leiter eines Departements befördert wurde. Ich sah Entomologen von Beruf und Liebhaber in verschiedenen Ländern und betrachtete mir die Verhältnisse in Amerika aus der Entfernung. Ich hatte den Vorzug, mit einigen der Liebhaber-Entomologen Europas in Berührung zu kommen. Ich besuchte sie persönlich und sah sie kollektiv bei den Zusammenkünften ihrer Gesellschaften. Ich erhielt einen starken Eindruck von ihren Interessen und gewann die Überzeugung, daß die meisten von ihnen über das bloße Sammeln von Insekten und Beobachten der Gewohnheiten der Insekten hinausgingen. Sie dachten nach über ihre Beobachtungen. Sie bauten eine Lebensphilosophie auf, weit über der des Durchschnittsmenschen. Einige der Berufsentomologen, die diesen Versammlungen mit mir beiwohnten, waren geneigt, gewisse Fragen, die da gestellt und von diesen Laien erörtert wurden, leicht zu nehmen. Aber ich nahm sie ziemlich ernsthaft. Ich bin der Meinung, daß sie einen großen stabilisierenden Einfluß auf die menschliche Gesellschaft haben, und bei vielen beherrschten die entomologischen Interessen ihr Leben. In Südfrankreich kam ich in Berührung mit dem verstorbenen Mr. Powell, einem Liebhaber-Entomologen, der sich für Lepidopteren interessierte. Er paßte seinen Beruf seiner Berufung an. Er war stark für die Fauna von Marokko interessiert und siedelte später mit seiner Familie dahin über, hauptsächlich für den Zweck, den Dingen seines Interesses nahe zu sein, und er starb dort. Die Geschichte Fabres ist uns allen zu wohlbekannt, als daß ich sie zu wiederholen brauchte. Sein Einfluß wird für Generationen fortleben.

In einem Zeitalter, für das materieller Fortschritt so bezeichnend ist, meine ich, tun wir gut, zugleich den kulturellen Fortschritt in Betracht zu ziehen. Man sagt uns, daß das rapide Anwachsen im Gebrauch von Maschinen in der Industrie den Menschen mehr Muße gewinnen läßt. Aber was werden sie mit ihrer freien Zeit anfangen? Nach dem, was man in unseren Parks, Straßen und Chausseen sieht, verbringen die meisten ihre Zeit mit herumfahren, und ungefähr ebensoviele fahren in der einen Richtung wie nach der anderen. Dr. Friederichs sagt mir, daß das Interesse am Studium der Natur und anderen kulturellen Betätigungen in Deutschland dem Interesse für Sport weicht. Das in Deutschland herrschende Interesse für Leibesübungen hat auf mich großen Eindruck gemacht, aber ich glaube, es würde für Deutschland einen falschen Weg bedeuten, sich nach dieser Richtung unter Ausschließung kultureller Betätigung zu entwickeln.

In Amerika, glaube ich, ist diese Lage ernsthaft. Wir haben im allgemeinen die materielle Wohlfahrt, die als Grundlage für Kultur notwendig ist, denn Kultur gedeiht nicht bei Not und Leiden. Aber nachdem wir von unseren physischen Sorgen befreit sind, interessieren wir uns nun für kulturelle Dinge? Die Entomologie mit ihrem Reichtum an verfügbarem Material gewährt eine große Gelegenheit, unsere Mitbürger anzuregen, daß sie die Natur ihres kulturellen Wertes wegen studieren. Unsere lokalen, staatlichen und Nationalparke können mehr werden als nur Gebiete, in denen man in Automobilen herumrast, und unsere eigenen Hausgärten können zu bezaubernden Plätzen werden, wo wir angenehme und nützliche Stunden mit dem Studium der Natur verbringen können, von der wir selbst ein Teil sind. Die kleinen entomologischen Gesellschaften von Liebhabern sind in dieser Hinsicht ein sehr anregender Faktor. Ihre Beiträge zur Wissenschaft mögen nicht viel bedeuten, aber was sie zur menschlichen Wohlfahrt und Kultur beitragen, ist bedeutend. Allerdings, es wird dann eine gewisse Inanspruchnahme der Berufsentomologen durch Beantwortung von Fragen oder das Halten von Vorträgen geben. Aber ich meine, wir brauchen uns keine Sorgen zu machen, daß

wir durch die Berührung mit Ihnen unsere Kaste verlieren: wir werden es nicht mehr als der Lehrer durch seine Schüler heruntergezogen wird. Sie sind vielleicht mehr eine Anregung als ein Hindernis. Wir haben nicht die Gesellschaft zu verlassen und uns in eine Einsiedelei zurück zu ziehen. Wenn wir so sehr an Demokratie glauben, wie wir es behaupten, so werden wir es durch unsere Handlungen zu beweisen haben.

Jetzt lassen Sie uns die Möglichkeiten der Entomologie im Reiche hoher Wissenschaft betrachten. Wir sehen uns als Jünger einer beschreibenden Wissenschaft klassifiziert aus Gründen, die ich schon ausführte. Vielleicht werden wir niemals zu Ende kommen mit dem Beschreiben, und vielleicht sollten wir niemals damit fertig werden. Eine der Grundfragen für uns in der heutigen Biologie ist die Entstehung neuer Arten, und wahrscheinlich hat uns das Studium der Insekten ebensoviel oder mehr zum Fortschritt in dieser Frage verholfen als das irgend welcher anderen Organismen. Sie mögen einwenden, die Entomologen seien nicht die einzigen, die diese Beiträge liefern. Zoologen borgen die Insekten für den Zweck genetischer Studien. Viele wichtige Probleme von der mehr vorgeschrittenen Art haben sich aus dem Arbeitsfeld der Entomologie herausgelöst und andere werden in Zukunft folgen. Wenn ein Untersucher die Physiologie der Insekten studiert, so kommt er in nähere Berührung mit anderen Physiologen als mit anderen Entomologen. Das wird wahrscheinlich immer so sein, und wahrscheinlich sollte es immer so sein. Wenn aus der großen Armee der Beschreiber nur einige Individuen hervorgehen, welche Führer werden, indem sie beitragen zu unserer Kenntnis des Ursprungs der Arten, mögen sie später Physiologen oder Biophysiker werden: die Entomologie wird durch sie etwas geleistet haben, worauf sie mit Recht stolz sein können.

Indem wir unsere Aufmerksamkeit nunmehr den sehr vielen Leuten zuwenden, die Lebensgeschichten beschreiben, so finden wir eine immer mehr zunehmende Anzahl von Studenten, die, wenn sie zu graduieren wünschen, sagen, daß sie vornehmlich für Lebensgeschichte sich interessieren. Dies ist eine zusagende Art von Arbeit und ihre elementaren Studien erfordern sehr wenig Vorbereitung. Aber wenn jemand weit auf diesem Felde vordringt, so stößt er auf die fundamentalsten Probleme, die auf den Grundwissenschaften beruhen. Ich glaube, man kann getrost sagen, daß eine der größten Gefahren für unsere modernen Studenten die ist, ihren Aussichtsturm so hoch zu bauen, daß er zu wanken beginnt mangels solider Grundmauern. Als ich mir als Fuchs meinen Lehrplan machte, ging ich damit zu meinem Lehrer, und er lenkte meine Aufmerksamkeit darauf, daß Mathematik, die ich mit aufgenommen hatte, nicht notwendig sei, da Biologie mein Hauptstudium sei. Und jetzt würde ich gern fast die Hälfte meiner Kenntnisse in Nebenfächern an irgend jemanden abgeben, der mir dafür das Äquivalent in Mathematik geben würde.

Das Arbeitsfeld der Ökologie, in dem ich persönlich interessiert bin, kompliziert sich rapid. Einerseits stoßen wir in das Feld der Physiologie vor, um physiologische Wirkungen und Reaktionen zu kennen, ein Feld, das gar zu sehr von den Entomologen vernachlässigt worden ist — eines, das fast unbegrenzt in seinen Möglichkeiten ist, aber das gute Ausbildung in den Grundwisssnschaften erfordert, um gute Beiträge liefern zu können. Andererseits stoßen wir vor in das neuere nicht weniger bedeutsame Feld der Biocönose, das mit den Bevölkerungssystemen und mit den Reaktionen auf physiographische und biotische Faktoren zu tun hat. Auf diesem Feld stehen wir im Verhältnis auf derselben Stelle, wo sich die physikalische Chemie befand, bevor Willard Gibbs seinen großen mathematischen Beitrag machte, der die Basis jener Disziplin ausmacht. Entomologie hat die Naturschätze, um die größten und am stärksten führenden Beiträge auf diesem Felde der Ökologie zu machen. Hier wiederum, fürchte ich, besteht eine Neigung für die wirtschaftliche Bedeutung des Gegenstandes vor der wissenschaftlichen Bedeutung davonzurennen. Wir haben seit längerer Zeit die Wichtigkeit der Parasiten für die Bekämpfung von Insektenbevölkerungen erkannt, aber wir haben keine grundlegenden Kenntnisse über die Bevölkerungsbewegung von Wirt und Parasit, Beutetieren und ihren Ver-

folgern, oder über die Wirkung physiographischer Faktoren auf den Verlauf. Glücklicherweise hat Dr. Vito Voltera, Professor der Mathematik in Rom, Interesse an biologischen Fluktuationen gewonnen und hat eine Reihe von Publikationen herausgegeben, in denen er vom Standpunkt des Mathematikers die Bevölkerungsbewegungen analysiert, von einfachen Fällen ausgehend, in denen zwei Arten um die gleiche Nahrung konkurrieren, und dann je einen Faktor hinzufügend, bis eine komplizierte Assoziation aufgebaut ist, einschließlich der Möglichkeiten, wie physiographische Faktoren die Fluktuationen verstärken oder herabdrücken können. Aus diesen Berechnungen hat er gewisse Gesetze abgeleitet, welche die Fälle beherrschen, in denen gewisse, bezeichnete Koeffizienten wirksam sind. Diese Arbeit, glaube ich, ist bestimmt, ihren Platz neben der von Willard Gibbs einzunehmen, soweit es sich um ihre Bedeutung im Felde der Wissenschaft handelt. Hier besteht dann eine große Gelegenheit zu zeigen, daß diese mathematischen Theoreme gelten oder nicht gelten in der Natur. Es ist eine wundervolle Gelegenheit und ich bin gespannt, ob wir uns ihr gewachsen zeigen. Wir gehen mit Bevölkerungen um, in denen Organismen Einheiten sind, wie der Physiologe mit Organismen, in denen Organe, Gewebe und Zellen Einheiten sind, und wie der physikalische Chemiker mit Systemen, in welchen kolloidale Partikel, Moleküle, Atome und Elekronen Einheiten sind. Es ist unendlich kompliziert und unendlich reizvoll.

Zusammenfassend gesprochen: Wir haben in der Entomologie einen Reichtum an Material und wir haben lange Zeit gebraucht, um über einige der mehr elementaren Stadien unseres Fortschrittes hinwegzukommen, aber die große Ausdehnung des Gebietes ist eines der am meisten versprechenden Dinge in unserer Wissenschaft. Viel von diesem Material ist solcher Art, daß es bestimmt ist, stark dazu zu helfen, daß die Allgemeinheit zu einer Wertschätzung der Natur kommt und dadurch viel zu unserem kulturellen Leben beizutragen. Aber unser Zeitalter ist in sehr schneller Bewegung und wenn wir dies vor das Publikum bringen und zusehen wollen, daß unsere Gesellschaft ihre unerschütterte Haltung beibehält, so müssen wir alle tätig sein. Diejenigen, die zur Entomologie berufen, müssen die Verpflichtung ernst nehmen, dafür zu sorgen, daß die Gesellschaft in ihrer Begeisterung für materiellen Fortschritt nicht einige der feineren Dinge des Lebens vergißt.

Im Gebiete der wissenschaftlichen Leistung ist unsere Zukunft glänzend. Niemand kann den Reichtum des Materials, das uns zur Verfügung steht, leugnen, und ich glaube, wir haben keinen Grund, uns der Leistung der Vergangenheit zu schämen. Laßt uns keine Zeit daran wenden, jetzt anzugehen gegen das die scholastische Stellung der Entomologie betreffende Verdikt. Laßt uns zu unserem eigenen Verhalten mehr sehen denn das anderer verschreien. Es ist schwer, unser wissenschaftliches Gleichgewicht aufrecht zu erhalten gegen den enormen wirtschaftlichen Druck, der über uns kommt,[1]) aber laßt uns es um jeden Preis tun, wohl wissend, daß in hoher Wissenschaft unsere letzte Rettung liegt.

Laßt uns zu unserem wissenschaftlichen Geiste stehen. Ich habe den Schluß gezogen, nachdem ich viele der entomologischen Laboratorien Europas und Amerikas besucht habe, daß der eine wichtigste Faktor für wissenschaftlichen Fortschritt der Geist des Forschers selbst ist. Ein gewisses Minimum an Einrichtung des Laboratoriums vorausgesetzt, gibt es außerdem nichts, daß die Bedeutung der Resultate mehr bestimmt als der Geist des Mannes, der die Arbeit tut. Und wie teuer stellen sich die kleinen Verwaltungsvorschriften, die solche Geister dämpfen, und dadurch die Wissenschaft der kostbarsten was das Laboratorium hat, berauben. Wenn dies für Individuen zutrifft, so trifft es sicher für Gruppen zu.

Sogar Gelehrte selbst werden Feinde des Fortschritts, wenn Hader zwischen ihnen besteht. Eine der am meisten entmutigenden Tendenzen wissenschaftlichen Fortschritts

[1]) So schreibt ein Amerikaner! Was sollen wir in Europa und speziell wir in Deutschland sagen? (Anm. d. Übersetzers.)

ist die Neigung der Menge, den Mann zu ducken, der aus der Reihe vorbricht, gleichviel wer und woher er ist. Das schließt freundschaftlichen Wetteifer nicht aus oder die Widerlegung von Kritik oder fraglichen Hypothesen. Es ist ein Eintreten sowohl für Individualismus wie für Zusammenarbeit in der Forschung und, vor allen Dingen für intellektuelle Ehrlichkeit in dem Geist der Forschung. Man sei eingedenk, daß, wenn Tatsachen sich für oder gegen eine Hypothese anhäufen, sie es nicht für oder gegen ihren Autor tun. Wenn er intellektuell ehrlich ist, so ist seine Hypothese ein Werkzeug für den Fortschritt, der durch ihre Bestätigung oder Verwerfung gewonnen ist.

So sage ich denn immer noch in dieser heutigen Zeit der Organisation, der Budgets für Ausgaben und Zeitaufwand, der Last des Unterrichts und der Überbürdung im Studium,[1]) der Aufstellungen und Berichte über wissenschaftliche Untersuchungspläne und selbst der Zeugnisse über die Leistungen: Das, was am meisten bedeutet im wissenschaftlichen Fortschritt, ist der Geist der Wissenschaft selbst. Meine Empfehlung für den Fortschritt der Entomologie ist, alle solche großen Geister, die gefunden werden können, ganz frei zu machen, ganz unbelastet durch die Vorschriften von Organisationen, ohne Vorschriften in bezug auf den Schlußbericht, aber mit unbegrenztem Vertrauen in den Geist der Forschung.

Universität von Minnesota.

Titel

Heterozyklische Basen als Nikotin-Ersatzmittel und Prüfung derselben auf ihre Verwendbarkeit als Insektenbekämpfungsmittel.

I. Teil.

Von G. Höstermann und K. Rülke.

(Mit 1 Tafel.)

Das Nikotin, welches zur Bekämpfung bestimmter Schädlinge seit langer Zeit mit bestem Erfolge verwendet wird und als ein Standardpräparat bezeichnet werden kann, ist bekanntlich von Posselt und Reimann im Jahre 1828 im Tabak entdeckt worden. Nachdem besonders A. Pinner und auch Blau die Umwandlungen des Alkaloides bearbeitet hatten, gelang es Pictet durch seine in den Jahren 1895—1904 mit seinen Schülern ausgeführten Arbeiten Nikotin synthetisch herzustellen, wodurch seine Konstitution als α-Pyridyl-β-N-Methylpyrrolidin: endgültig bewiesen wurde.

Nikotin wird aus der Tabakpflanze,[2]) vornehmlich aus Tabakabfällen, in großem Maße gewonnen. Der Gehalt derselben an Nicotin schwankt zwischen 0,6—8%. Das so erzeugte technische Produkt ist optisch aktiv und kommt in Form von Tabakextrakt, Nikotin mit 95—98% Gehalt oder als Nikotinsulfat in den Handel.

Wegen der großen Nachfrage nach diesen Erzeugnissen und des immerhin hohen Preises derselben wurden schon seit langer Zeit in den verschiedensten Ländern Versuche zur Herstellung von Ersatzmitteln angestellt.

Es gibt chemische Körper, welche in ihrem Aufbau dem Nikotin mehr oder weniger ähneln, und solche, welche zwar ganz andere Konstitution besitzen, aber trotzdem für die Vernichtung von Schädlingen anstelle des Nikotins treten können. Zu den letzteren gehört z. B. das Chlorkresol (1)[3]). Doch sollen hier nur solche Verbindungen geschildert werden, welche zu den heterozyklischen Basen gehören, also mindestens einen Stickstoffring enthalten. Verbindungen der folgenden Konstitution (siehe die beigefügte Tafel) haben sich vorläufig als mehr oder weniger wirksam erwiesen.

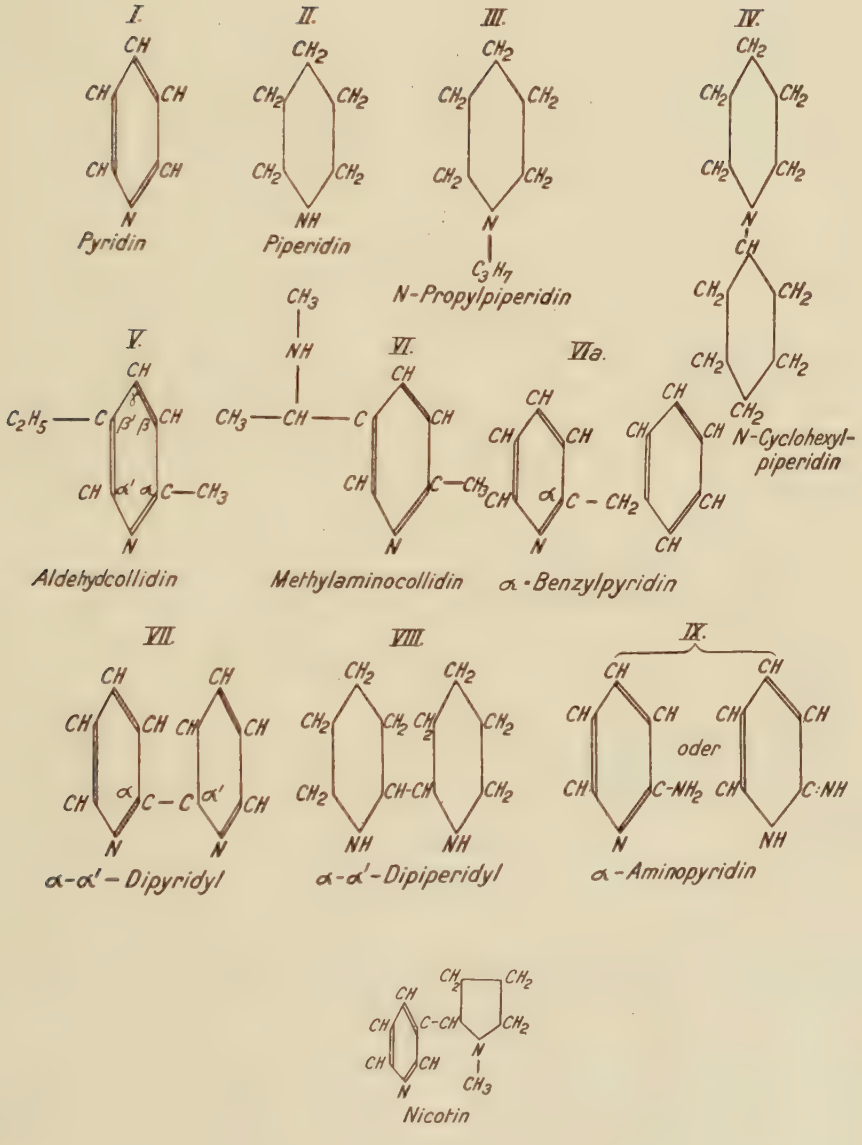
---

[1]) „*and wheighted credit hours.*“

[2]) Besonders *Nicotiana tabacum*, *rustica*, *glutinosa* und *macrophylla*.

[3]) Die Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit.

Tafel.


I.
Pyridin
II.
Piperidin
III.
N-Propylpiperidin
IV.
N-Cyclohexyl-piperidin
V.
Aldehydcollidin
VI.
Methylaminocollidin
VIa.
α-Benzylpyridin
VII.
α-α'-Dipyridyl
VIII.
α-α'-Dipiperidyl
IX.
oder
α-Aminopyridin
Nicotin

Das Nicotin enthält einerseits den Pyridin-, andererseits den hydrierten Pyrrolring, und so ist zunächst zu bemerken, daß in vielen Fällen die hydrierten Verbindungen wesentlich giftiger als die nicht hydrierten sind. Dies gilt sowohl in bezug auf die Giftwirkung gegenüber Versuchstieren, wie Kaninchen usw.; als auch gegenüber Schädlingen.

So ist das Pyridin (Tafel, Abb. I) selbst ungiftig zu nenen (2), während sein Hydrierungsprodukt Piperidin (Tafel, Abb. II), wesentlich giftiger ist (3). Das N-Propylpiperidin (Tafel, Abb. III) hat gegenüber Kaninchen die letale Dosis von 0,01 g pro Kilogramm (4), es ist also ca. $^1/_2$ fach so giftig als Nikotin.

Es ist ferner schon längere Zeit bekannt, daß Verdoppelung der Basen deren Wirkung steigert (Kendrick und Dewar) (5).

Die Pyridinbasen werden aus Steinkohlenteer in großen Mengen gewonnen und sind auch teilweise synthetisch relativ billig herzustellen. Außerdem besitzen sie Vorzüge vor dem Pyrrol in bezug auf Beständigkeit. Sie sind daher vorläufig neben einigen anderen Teerbasen als Ausgangsstoffe besonders geeignet. Immerhin ist der Preis chemisch einheitlicher Produkte bereits so hoch, daß es weiterer, sehr mühevoller Forschung bedarf, um stets gleichmäßige Produkte zu erzeugen, welche den höchsten Ansprüchen gerecht werden.

Denn der Preis des Nikotins könnte durch Anbau nikotinreichen Tabaks wie es vielfach angestrebt ist, und durch rationelle Gewinnung unter Umständen so verbilligt werden, daß die künstlich hergestellten Gifte nicht mehr konkurrenzfähig sind, wenigstens soweit das Nikotin seine hervorragende Wirkung gegenüber bestimmten Schädlingen entfaltet.

Da aber manche Schädlinge, wie rote Spinne, gegenüber diesem Gift recht widerstandsfähig sind, so ist es Aufgabe der Forschung wirksame Ersatzmittel in ihrem Verhalten gegen die verschiedensten Schädlinge zu untersuchen. was auch teilweise bereits mit Erfolg begonnen worden ist.

Es ist also möglich:

1. daß bestimmte Schädlinge einem solchen Ersatzmittel leichter unterliegen als dem Nikotin, welches sowohl als Haut-, Magen- und auch Atemgift ungemein wirksam ist,
2. daß die Kombination von Nikotin mit einem Ersatzstoff potenzierte Wirkung hervorbringt,
3. daß die gleichzeitige Anwendung verschiedener Ersatzmittel besondere Wirkung entfaltet.

Pyridin und Chinolin (ferner Anilin, welches aber nicht zu der Gruppe der zu beschreibenden Verbindungen gehört) wurden bereits im Jahre 1822 zur Vernichtung der Reblaus und anderer Insekten vorgeschlagen (6). Aber die Pyridinbasen haben sich im allgemeinen nicht bewährt (7), doch enthält z. B. die Weinsberger Brühe neben Nikotin Pyridin (8).

Die hohe Benetzungskraft des Pyridins sucht Traube auszuwerten, indem er Lösungen von Schwefel in Pyridin zur Abtötung von tierischen und pflanzlichen Schmarotzern usw. empfiehlt (9).

Da neuerdings Pyridinbasen synthetisch in der Technik hergestellt werden (10), so sind auch die aus Acet-, bezw. Paraldehyd und Ammoniak erhaltenen Basen (vorwiegend Aldehydkollidin enthaltend, s. Tafel, Abb. V) und deren am Stickstoff alkylierte Derivate als Nikotinersatzmittel vorgeschlagen worden (11).

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß ein Derivat des Aldehydkollidins, nämlich das Methylaminokollidin, das die Aminogruppe in der Seitenkette enthält (Tafel, Abb. VI), nach Untersuchung von Fröhner in seiner physiologisohen Wirkung als derjenigen des Nikotins außerordentlich ähnlich befunden wurde (12), und daß daher Verbindungen von diesem Bau großes Interesse auch für die Bekämpfung von Schädlingen bieten.

Ferner besitzt das Benzylpyridin (Gemisch der α- und γ-Verbindung) stark insektizide Wirkung, welche derjenigen des Conüns (α-Propylpiperidin) bedeutend überlegen ist. (Tafel, Abb. VI a.)

Die fungiziden und insektiziden Eigenschaften von aus Teeren und Teerölen gewonnenen Stickstoffbasen werden nach Angaben der Chem. Fabrik Flörsheim Dr. H. Nördlinger dadurch erhöht, daß

1. die wasserunlöslichen Basen über hocherhitzte Kontaktsubstanzen geleitet werden,
2. daß gleichzeitig ein Strom von Wasserstoff über die erhitzten Körper geleitet wird (13).

Im ersten Falle kann durch pyrogene Reaktion Aneinanderlagerung, in letzterem vorwiegend Hydrierung stattfinden. Die weiteren Patente (14), nach denen die wasserlöslichen Basen nicht entfernt zu werden brauchen, bezwecken eine Hydrierung.

Das Piperidin und seine Polymeren (Tafel, Abb. III und VIII), bezw. ihre Salze und Derivate, wie Alkylverbindungen, haben die Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Leverkusen zur Schädlingsbekämpfung unter Schutz gestellt (15). Zu den Abkömmlingen des Piperidins, welche noch als besonders wirksam bekannt geworden sind, gehört das Zyklohexylpiperidin (Tafel, Abb. IV) (16).

B. Emmert (17) hatte gefunden, daß die elektrolytische Reduktion des Pyridins unter bestimmten Bedingungen in geringer Ausbeute zu den Di- und Polypiperidylen, also Polymeren des Piperidins (Tafel, Abb. VIII) führt.

Diese Stoffe bilden sich bereits, wie später gefunden wurde, in Mengen bis zu 25 %, wenn man Pyridin nach den bekannten Verfahren elektrolytisch reduziert (18).

Durch geringe Änderung der Versuchsbedingungen gelang es, die dem Nikotin sehr nahestehenden Di- und Polypiperidyle in erheblicher Ausbeute aus technischen und reinen Basen zu erzeugen (19).

Das Verfahren der elektrolytischen Reaktion gestattet also auf einfache Weise Nikotinersatzstoffe in einem Arbeitsgange zu fabrizieren. Die nebenbei entstehenden Piperidinbasen können als solche verwendet, in andere Gifte übergeführt oder weiteren Zwecken nutzbar gemacht werden (Derivate des Piperidins sind als Vulkanisationsbeschleuniger für die Kautschukindustrie von Wichtigkeit).

Nikotinähnliche Stoffe sind bekanntlich im Venetan enthalten.

Vor einiger Zeit wurde berichtet (20), daß dem Nikotin, das zurzeit in der Bekämpfung gewisser Pflanzenschädlinge mit an erster Stelle steht, ein Konkurrenzprodukt entstanden sei, bestehend in dem aus Pyridin mittels Natrium erhältlichem Dipyridyl[1]) (Tafel, Abb. VII). Ein techn. Verfahren zur Herstellung von Dipyridylen aus Pyridin mittels Natrium ist von C. R. Smith & Th. Dosch ausgearbeitet worden (21).

Hydriertes γ-Dipyridyl ist bereits im Jahre 1882 auf seine Giftigkeit gegenüber Versuchstieren untersucht und als weit weniger wirksam als Nikotin befunden worden (22). Es ist vorläufig nicht bekannt, ob die Dipyridyle oder die Dipiperidyle Schädlinge besser töten, doch ist letzteres wahrscheinlich.

Durch die Einwirkung von Natriumamid auf Pyridin gelang es A. Tschitschibabin (23) kernsubstituierte Aminopyridine und Aminochinoline leicht zugänglich zu machen. Auch lassen sich diese Verbindungen durch Natriumamid in statu nascendi gewinnen (23), (Tafel, Abb. IX).

Da das Natriumamid ein nicht ungefährlicher Stoff ist, so ist dieses elegante Verfahren noch nicht in die Praxis eingeführt worden, trotzdem es schon vor 12 Jahren veröffentlicht wurde. Um so mehr ist es von Interesse, daß man nunmehr eine zweite Darstellungsweise aufgefunden hat (24).

---

[1]) In „Ind. and Eng. Chemistry" beschrieben, auf Grund von Versuchen des „Bureau of Entomology" hergestellt. Soll ebenso wie Nikotin Ungeziefer vernichten, ohne die Pflanzen zu schädigen. Von einigen Fachleuten wurde die Ansicht ausgesprochen, daß das neue Mittel, das den Namen „Dipridyloil" führen soll, für gewisse Ungezieferarten wirksamer ist, als Nikotin. Die Produktion im Großbetrieb ist wohl nicht genügend nachgeprüft worden, es wird aber angenommen, daß das neue Produkt sich nicht teurer stellt als Nikotin (Chemische Industrie, 50. Jahrg., 1927, Nr. 18, S. 513).

Die Aminopyridine und Aminochinolin sind stärkere Gifte als die zugehörigen Ausgangsstoffe (25), auch ist bereits ein Chlorderivat für die Bekämpfung von Schmarotzern vorgeschlagen worden (26).

Die Aminoderivate anderer heterozyklischer Basen besitzen ebenfalls fungizide und insektizide Wirkung und, wie oben erwähnt, ist es nicht notwendig, daß die Substitution des Stickstoffes im Kern stattfindet.

Die J. D. Riedel A.-G. in Berlin-Britz findet, daß die hydrierten Akridine, ihre Salze und Derivate für die Schädlingsbekämpfung besonders geeignet sind (27).

Der Versuch, das teure Nikotin wenigstens teilweise durch chemische einheitliche, leicht zugängliche Verbindungen zu ersetzen und so gleichzeitig eine potenzierte Giftwirkung zu erreichen, ist mit den 3- und 4-Pyrarolonen (z. B. dem unter dem Namen Antipyrin bekannten Heilmittel) unternommen worden (28).

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auch Pyrrolabkömmlinge und deren Hydrierungsprodukte vorgeschlagen worden sind, welche aus tierischen Abfällen gewonnen werden können (29).

Unter dem Namen Trikotin ist ferner ein Präparat im Handel, über welches genauere Angaben nicht zu finden waren (30).

* * *

In einer zweiten Veröffentlichung sollen Versuchsresultate von den techn. Dipiperidylen, dem α-Aminopyridin und dem N-Propylpiperidin in ihrer Wirkung gegenüber Schädlingen wiedergegeben werden.

Schriftennachweis.

1. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. 1923, H. 24, S. 16.
2. Fränkel, Sigmund, „Die Arzneimittel-Synthese auf Grundlage der Beziehungen zwischen Aufbau und Wirkung". 1912, S. 301.
3. Dasselbe, S. 302.
4. Dasselbe, S. 323.
5. Dasselbe, S. 143.
6. Rütgers, Julius, in Wien, D.R.P. 24294 vom 30. November 1882.
   — — in Wien, D.R.P. 15223 vom 30. November 1882.
7. Hollrung, M., „Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten." 1923, S. 343.
8. Vogt, Ernst, „Die chemischen Pflanzenschutzmittel". Sammlung Göschen, 1926, Nr. 923, S. 91.
9. Traube, I., D.R.P. 323935 vom 3. August 1919 (Chem. Zentralblatt 1920, IV, S. 433).
10. Farbwerke vorm. Meister, Lucius u. Brüning, Chem. Zentralblatt 1921, II, S. 35; 1921, IV, S. 805; 1922, II, Sn. 700 u. 946 (D.R.P. 347820 vom 23. Juni 1917, 349184 vom 31. August 1918, 349267 vom 24. Dezember 1918);
    Chem. Fabrik Rhenania, Stuer B. C. & Grob, W., Chem. Zentralblatt 1922, II, 203 (F. P. 524958 vom 30. Juni 1920, D. Prior. vom 13. September 1920, 20. November 1913 usw.) und weitere Patente (s. auch Friedländer „Fortschritte der Teerfarbenfabrikation", 14. Teil, unter Pyridinbasen).
11. Farbenindustrie, I. G., A.-G., D.R.P. 443391 vom 10. Januar 1922 (Chem. Zentralblatt 1927, II, 847).
12. Knudsen, P., Ber. d. D. Chem. Ges., Bd. 28, S. 1760.

12a Tattersfield, F. und Gimingham, C. T., Chem. Zentralblatt 1927, II, S. 1885.

13. Chem. Fabrik Flörsheim Dr. H. Nördlinger in Flörsheim a. M., D.R.P. 257848 vom 19. September 1911 (Chem. Zentralblatt 1913, I, S. 1316).
14. Dieselbe, D.R.P, 276685 vom 2. Juli 1913 (Chem. Zentralblatt 1914, II, S. 518) D.R.Pe. 279564 u. 279565 vom 16. Dezember 1913 (Chem. Zentralblatt 1915, I, S. 107).

15. D.R.P. 365018 vom 29. Oktober 1918 (Chem. Zentralblatt 1923, II, S. 243).
16. Farbw. Meister, Lucius u. Brüning (Erfinder A. Steindorff u. Voss, R.,) D.R.P. 360211 vom 6. August 1920 (Chem. Zentralblatt 1923, II, S. 244).
17. Emmert, B., Ber. d. D. Chem. Ges., Bd. 46, S. 1716; siehe auch von Meyer u. Jakobson, P., „Lehrbuch der organischen Chemie", II. Bd., 3. Teil, S. 899 bis 901 (Aufl. 1920).
18. Marie, C. u. Lejeune, G., Chem. Zentralblatt 1925, I, S. 1995.
19. Rülke, K. u. Clotofski, F., D.R.P. 420445 vom 20. April 1924 (Chem. Zentralblatt 1926, I, S. 2249).
20. Die Chem. Industrie. 1927, S. 513, r. Sp.
21. Chem. Zentralblatt 1926, I, 2514 (E. P. 228849 vom 5. August 1924, Can. Prior. vom 8. Februar 1924). — Ferner sei erwähnt das Verfahren von Dimroth, O. u. Heene, R. (Chem. Zentralblatt 1922, I, S. 351).
22. Weidel, H. u. Russo, M., Monatshefte für Chemie (1822), Bd. 3, S. 850—878.
23. Tschitschibabin, A. u. Seide, O., Chem. Zentralblatt 1915, I, 1064; D.R.P. 374291 vom 24. März 1914 (Chem. Zentralblatt 1923, IV, S. 725);
ferner Chem. Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering) D.R.P. 398204 vom 31. Juli 1921 (Chem. Zentralblatt 1924, II, S. 1409), D.R.P. 399902 vom 20. August 1921 (Chem. Zentralblatt 1924, II, S. 2788), D.R.P. 400638 vom 23. Mai 1922 (Chem. Zentralblatt 1925, I, S. 303).
24. Binz, A. u. Räth, C., Annalen der Chemie. Bd. 455, S. 129.
25. Rülke, K., D.R.P. 443612 vom 25. Juni 1922 (Chem. Zentralblatt 1927, II, 486).
26. Chem. Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering), D.R.P. 400191 vom 29. Dezember 1922 (Chem. Zentralblatt 1925, I, 303).
27. Riedel, J. D., A.-G. in Berlin-Britz, D.R.P. 409509 vom 23. Dezember 1923, (Chem. Zentralblatt 1925, I, S. 1792).
28. Rülke, K., D.R.P. 415550 vom 22. Juni 1924 (Chem. Zentralblatt 1925, II, S. 1558).
29. Michelmann, J., Chem. Zentralblatt 1925, II, S. 1562; 1926, I, S. 3633.
30. Vogt, Ernst, „Die chemischen Pflanzenschutzmittel", S. 91 u. 96.

Über den Geschmackssinn der Insekten.

K. von Frisch (München)[1]) hat durch eine Reihe von Versuchen gezeigt, daß nicht alle Stoffe, die wir als süß empfinden, auch für Bienen süß sind, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Für Bienen.

	süß	geschmacklos
Monosaccharide	Glucose (Traubenzucker) Fructose (Fruchtzucker)	Galactose Mannose Sorbose
Disaccharide	Saccharose (Rohrzucker) Trehalose Maltose (Malzzucker)	Cellobiose Lactose (Milchzucker) Melibiose
Trisaccharide	Melezitose	Raffinose

[1]) K. v. Frisch, Versuche über den Geschmackssinn der Bienen. (3. Mitteilung.) Die Naturwissenschaften 1930 (18. Jahrg., Heft 8).

Des weiteren wurde im von Frischschen Institut festgestellt, daß alle im Blütennektar vorkommenden Zucker für die Bienen süß sind (es handelt sich meist um Rohr-, Frucht- und Traubenzucker). Auch im Honigtau, der ja auch zu den natürlichen Trachtquellen der Bienen gehört, wurden bienensüße Zuckerarten nachgewiesen.

Für den Physiologen taucht die Frage auf: Können die Bienen vielleicht nur jene Zucker im Stoffwechsel ausnützen, die für sie süß sind, und sind die Zucker ohne Süßgeschmack völlig wertlos für die Ernährung der Bienen? Im Gegensatz zu dem Amerikaner Phillips, der diese Frage durchaus bejaht, kommt von Frisch und seine Schule zu dem Ergebnis, daß wohl eine Beziehung besteht in dem Sinn, daß für Bienen geschmacklose Zucker in vielen Fällen für sie auch als Nährstoffe wertlos sind, doch läßt sich diese Feststellung nicht verallgemeinern. So wurde z. B. Mannit oder das Arabinose oder Sorbit, die für Bienen geschmacklos sind, im Stoffwechsel gut ausgenützt, ja mit letzterem können die Bienen sich sogar mindestens ebenso gut ernähren wie mit dem Rohrzucker. Es gibt also Stoffe, die für die Bienen geschmacklos und trotzdem als Nährstoff brauchbar sind (allerdings werden diese in der Natur von den Bienen nicht aufgenommen).

Können die bei den Bienen festgestellten Befunde für alle Insekten verallgemeinert werden? Wir stehen erst am Anfang des Problems. Zunächst ist daran zu erinnern, daß bei Insekten Geschmacksorgane an 2 sehr verschiedenen Körperteilen vorkommen: einerseits an den Mundteilen, andererseits an den Fußspitzen. Minnich hat solche pedale Geschmacksorgane bei Schmetterlingen und Fliegen entdeckt. Sobald die Füße mit einer Zuckerlösung in Kontakt kommen, wird der Rüssel vorgeschnellt und trifft auf die süße Unterlage. Besonders bemerkenswert ist die überaus große Empfindlichkeit dieser Organe. So reagierten Falter noch auf eine Rohrzuckerlösung, die etwa 250mal stärker verdünnt war, als eine für den Menschen eben merkliche süße Zuckerlösung.

Im Münchener Institut wurden eingehende Versuche über die qualitativen Leistungen der tarsalen Geschmacksorgane der Schmetterlinge gemacht. „Es hat sich herausgestellt, daß viele Zuckerarten auf die tarsalen Geschmacksorgane der Schmetterlinge anders wirken als auf die Mundorgane der Bienen. Bei der Beurteilung dieser Funde darf man nicht außer acht lassen, daß die Geschmacksorgane an den Mundteilen der Biene für Rohrzucker sehr viel weniger empfindlich sind als jene an den Füßen der Schmetterlinge. Während die letzteren unter Umständen noch auf eine $^1/_{128}$ m-Saccharoselösung reagieren, womit sie den Schwellenwert für die menschliche Zunge, um das 250fache übertreffen, reagieren die Mundteile der Biene erst auf eine etwa $^1/_8$ m-Rohrzuckerlösung, die für uns schon ganz deutlich süß schmeckt.“ Danach dürfen wir uns nicht wundern, daß einige der für Bienen geschmacklosen Zucker für die Tarsalorgane der Schmetterlinge wirksam sind, d. h. sobald sie mit den Fußspitzen in Kontakt kommen, das Ausschnellen des Rüssels veranlassen. Ein krasser Gegensatz besteht im Verhalten gegenüber den beiden Trisacchariden Melezitose und Raffinose, indem für Bienen Melezitose so süß ist, wie für Menschen, Raffinose aber geschmacklos, während die tarsalen Organe der Schmetterlinge auch auf die Raffinose reagieren, ja für diese sogar deutlich empfindlicher sind als für Melezitose. Wie grundverschieden sich die oralen und tarsalen Geschmacksorgane ein und desselben Tieres verhalten können, zeigt die überraschende Entdeckung Minnichs an Fliegen, daß die Tarsalorgane der studierten Fliegenart für Milchzucker völlig unempfindlich sind, während die Mundorgane für ihn sich als deutlich empfindlich erwiesen. Wir sehen daraus, daß eine Verallgemeinerung der bisherigen Ergebnisse heute noch lange nicht angebracht ist. K. E.

Über die Aufnahme pflanzlicher Farbstoffe in den Körper von Schmetterlingsraupen.

Die Aufnahme pflanzlicher Farbstoffe in den Körper von Lepidopterenlarven unterzog P. F. Meyer mit chemischen Methoden einer näheren Untersuchung (Sitz. Ber. Naturf. Ges. Rostock, Bd. 2, 1929 St. 1—12). Die Pfanzenfarbstoffe Chlorophyll und Xantophyll werden vom Körper der Raupen — als Versuchstiere dienten Raupen von *Caradrina quadripunctata* F. — nicht aufgenommen. Dies gilt wahrscheinlich auch für den Farbstoff Carotin, doch ließ sich bezüglich dieses Farbstoffes die gestellte Frage nicht restlos lösen. Was die grünen Farbstoffe anbetrifft, die in der Lymphe zahlreicher Raupen auftreten, so ließen sie sich auf chemischem Wege nicht mit Chlorophyll oder dessen Derivaten identifizieren. Es handelt sich hierbei wahrscheinlich um einen selbständig vom Raupenkörper gebildeten Farbstoff. Auch die Farbenunterschiede der Hämolymphe bei Raupen verschiedener Geschlechter von *Pieris brassicae* L. beruhen nicht — wie früher irrtümlich angenommen wurde — auf verschiedenartigen Chlorophyllderivaten. Ebenso hat der rote Farbstoff, der sich häufig in den Ausscheidungen schlüpfender Falter findet, nichts mit Chlorophyllabbauprodukten zu tun. — Zwölfer (München).

Licht und Insektenentwicklung.

Über den Einfluß des Lichtes auf die Insektenentwicklung machen Friederichs und Steiner (Zentr. f. Bakt. II., Bd. 80 1930, S. 71—77) interessante Mitteilungen. Sie versuchten festzustellen inwieweit die Entwicklung und Sterblichkeit lichtbedürftiger Insekten durch die in künstlichen Zuchträumen bestehenden Beleuchtungsbedingungen beeinflußt wird. Als Versuchstiere dienten *Melasoma aenea* L. und *Pieris brassicae* L., die unter 6 verschiedenen Belichtungsverhältnissen aufgezogen wurden: [Sonne, Helligkeit ohne Hitze, diffuses Licht, Schatten, künstliches Licht, Dunkelheit], Bei Dunkelheit und künstlichem Licht war eine normale Entwicklung der Versuchstiere möglich, doch hatten diese Bedingungen eine relativ hohe Sterblichkeit zur Folge. Im übrigen scheinen sie einen beschleunigenden Einfluß auf die Entwicklungsgeschwindigkeit zu besitzen. Bei vergleichend ökologischen Studien an lichtbedürftigen Insekten auf experimenteller Basis muß diesem Umstand Rechnung getragen werden. Die günstigsten Zuchtresultate lieferte Helligkeit ohne Hitze, diffuses Licht und Schatten. Direktes Sonnenlicht bewirkte infolge Wärmeeinstrahlung übermäßige Erhitzung und damit höhere Sterblichkeit. Zur Vermeidung der Einstrahlung (Helligkeit ohne Hitze!) bewährte sich die Einschaltung eines Lichtfilters, das aus zwei Glasscheiben bestand, deren Zwischenraum mit 10 prozent. wässriger Aluminiumsulfatlösung gefüllt war. — Was die Puppen von *P. brassicae* L. anbetrifft, deren Raupen unter verschiedenen Belichtungsbedingungen aufgezogen worden waren, so zeigten sie je nach dem Belichtungsgrad auffallende Färbungsunterschiede. — Zwölfer (München).

Gründung einer internationalen Vereinigung der Ipidologen.

An die Herren Forstentomologen und alle, die sich mit der Erforschung der Borkenkäfer beschäftigen.

In der entomologischen Sektion des internationalen Kongresses der Forstlichen Versuchsanstalten in Stockholm wurde von mir am 23. Juli 1929 ein Vorschlag zur Gründung einer internationalen Vereinigung der Ipidologen eingebracht. der kurzgefaßt folgendermaßen lautet:

„Im Laufe der letzten 10 bis 20 Jahre hat das Interesse für die Systematik und und Biologie der Borkenkäfer von Jahr zu Jahr zugenommen. Solche Gebiete wie z. B

Sibirien, der Kaukasus, die Balkanländer und das ganze Mittelmeergebiet, über deren Borkenkäferfauna nur unvollständige und nicht genügend sichergestellte Angaben vorliegen, beginnen die Aufmerksamkeit der Forscher immer mehr auf sich zu lenken. Diejenigen Forscher, welche unmittelbar im Walde ihre Untersuchungen anstellen, und fern von den Zentren der Wissenschaft leben, haben in der Hauptsache mit folgenden Schwierigkeiten zu kämpfen: 1. Das Fehlen von entsprechenden Bestimmungstabellen für Borkenkäfer (Die Bestimmungstabelle von E. Reitter 1913, ist veraltet und die von H. Eggers in den Ent. Blättern veröffentlichten Nachträge sind lange nicht vollständig). 2. Die Beschreibung neuer Arten erfolgt oft in wenig verbreiteten und daher oft unzugänglichen Zeitschriften. 3. Diese Beschreibungen beschränken sich gewöhnlich auf morphologische Merkmale und werden nicht durch Abbildungen und vergleichende Übersichten verwandter Arten verdeutlicht. 4. Die neuen Arten werden oft auf Grund einer geringen Anzahl von zufällig erhaltenen Exemplaren aufgestellt, die im Besitz der Beschreiber bleiben und anderen Personen unzugänglich sind.

Es wäre wünschenswert, den in den verschiedensten Ländern einem und demselben Ziele zustrebenden Forschern ihre Arbeit zu erleichtern. Da mit der Systematik und der Biologie der Borkenkäfer fast ausschließlich Forstleute sich beschäftigen, erlaube ich mir den Mitgliedern der Entomologischen Sektion des Kongresses vorzuschlagen, diese Sektion möge die Initiative zur Organisation einer internationalen Vereinigung der Ipidologen ergreifen.

Mit der Ausarbeitung des detaillierten Programmes der vorgeschlagenen Vereinigung dürfte ein Ausschuß betraut werden. Zur Teilnahme an den Arbeiten dieses Ausschusses sollten noch einige bekannte, leider hier nicht anwesende Forstentomologen aufgefordert werden. Einstweilen können wir uns mit folgenden Hinweisen auf die nächsten Aufgaben der geplanten Vereinigung begnügen: 1. Die Heranziehung einer möglichst großen Anzahl von mit der Biologie und Systematik der Borkenkäfer sich beschäftigenden Forschern. 2. Die Veröffentlichung der Namen und Adressen der Mitglieder der Vereinigung in den unter den Forstentomologen am meisten verbreiteten Zeitschriften. 3. Die Herausgabe von ausführlichen Bestimmungstabellen der paläarktischen und möglicherweise auch nearktischen Borkenkäfer."

Nach der Besprechung dieses Vorschlages in der entomologischen Sektion wurde derselbe einstimmig angenommen und es wurde ein Ausschuß gewählt zwecks Organisation der Vereinigung.

Der Ausschuß besteht aus folgenden Personen:

1. Dr. V. von Butovitsch, Forstliche Hochschule, Eberswalde,
2. Dr. N. A. Kemner, Entomol. Museum, Lund, Schweden,
3. Dr. P. Spessivtseff,
4. Prof. I. Trägårdh } Forstliche Versuchsanstalt, Experimentalfältet, Schweden.

Im Namen und Auftrage dieses Ausschusses erlaubte ich mir, den mit der Erforschung der Borkenkäfer sich beschäftigenden Herren Entomologen vorzuschlagen, in die neu gebildete Vereinigung als Mitglieder einzutreten und auser Namen und Adresse auch Angaben über die sie am meisten interessierenden Forschungsgebiete (Systematik, Morphologie, Biologie, usw.) an den Leiter der Entomologischen Abteilung der Schwedischen Forstlichen Versuchsanstalt (Experimentalfältet, Schweden), Herrn Prof. Ivar Trägårdh einzusenden. Verzeichnisse neu eintretender Mitglieder der genannten Vereinigung werden von Zeit zu Zeit in der Zeitschr. f. angew. Entomologie und anderen bei Entomologen und Forstmännern am meisten verbreiteten Zeitschriften durch Herrn Prof. I. Trägårdh veröffentlicht.

Nach Aufstellung solcher Listen wäre es wünschenswert, wenn in den einzelnen Ländern die Mitglieder aus ihrer Mitte 1—3 Personen erwählten, durch deren Mitarbeit die Tätigkeit des vom Kongreß erwählten Ausschusses wesentlich erleichtert und gefördert würde.

Personalia.

Karl Eckstein.

(Mit 1 Abbildung.)

Am 28. Dezember vorigen Jahres beging Geheimrat Prof. Dr. Karl Eckstein, Ordinarius der Zoologie an der forstlichen Hochschule in Eberswalde in voller Rüstigkeit seinen 70. Geburtstag. Zum Nachfolger Altums berufen wirkt er nunmehr seit mehr als 3 Dezenien mit großem Erfolg als Lehrer und Forscher an der genannten Hochschule, die hohe Tradition, die seit Ratzeburg den Eberswalder zoologischen Lehrstuhl auszeichnet, fortführend. Tausende von Schülern hat er in die forstzoologische Wissenschaft eingeführt und vor allem auch mit der für die Forstwirte so wichtigen angewandten Seite derselben vertraut gemacht.

Wie kaum ein zweiter von der theoretischen Zoologie herkommender Forstzoologe — seine Doktorarbeit handelte über Rädertiere — hat es Eckstein verstanden, sich in die Praxis einzuarbeiten und den Bedürfnissen der Praktiker gerecht zu werden. Seine „Technik des Forstschutzes“ (1915 in 2. Auflage erschienen), die in jeder Revierbibliothek steht, legt dafür ein beredtes Zeugnis ab. Auch das großangelegte, leider unvollkommen gebliebene Werk „Die Kiefer und ihre tierischen Feinde“ sollte in erster Linie der Praxis dienen, d. h. dem Praktiker durch genaueste bunte Abbildungen der Fraßbilder die Erkennung der Urheber des Fraßes möglichst leicht machen. Die meisterhaften Tafeln dieses Werkes lassen zugleich uns eine andere Eigenschaft Ecksteins erkennen, nämlich seine hervorragenden künstlerischen Anlagen. Auch in verschiedenen anderen Werken, die zum großen Teil von seiner Hand illustriert sind, können wir seine zeichnerische Begabung bewundern.

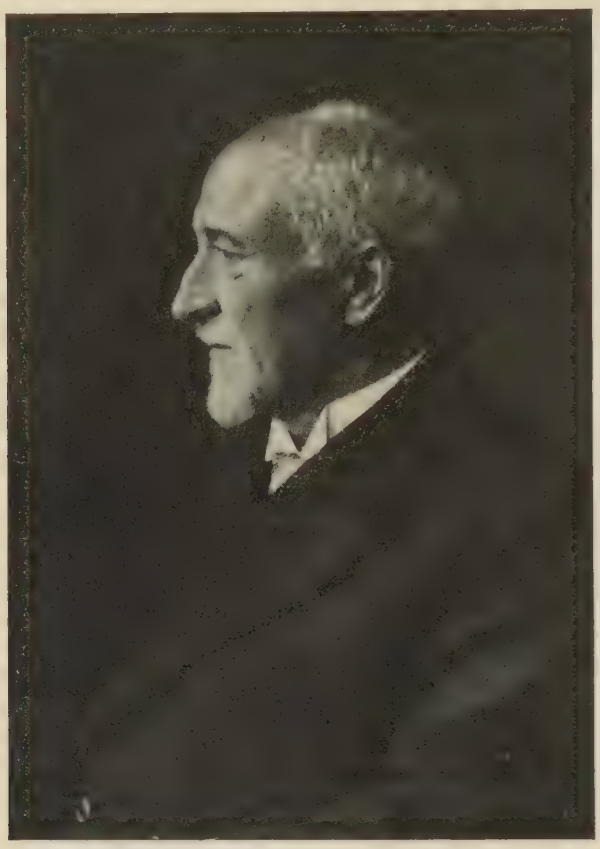
Doch neben der vollen Berücksichtigung der praktischen Aufgaben ist auch die wissenschaftliche Forschung bei Eckstein nicht zu kurz gekommen. Die Ergebnisse seiner wissenschaftlichen Untersuchungen, die alle Gebiete der Forstzoologie betreffen, sind in zahlreichen größeren urd kleineren Arbeiten in den verschiedenen forstlichen und zoologischen Zeitschriften niedergelegt. Es sei nur an die umfangreichen Studien über den Kiefernspinner und die Kieferneule erinnert. Auch der neuen epidemiologischen Richtung der Forstentomologie steht Eckstein mit großem Interesse und Anregung gebend gegenüber, wie er in Diskussionen auf verschiedenen Kongressen dargetan hat.

Als Lehrer wird Eckstein von allen seinen Schülern hoch geschätzt, was in der Frische seines Vortrags und vor allem in der Gabe, die zu behandelnde Materie kurz, klar und plastisch darzustellen, wohl begründet ist, — eine Gabe die auch in den verschiedenen Lehrbüchern (Forstzoologie, Försterlehrbuch usw.), ferner in den Flugschriften und in einer Reihe von populären Werken deutlich zum Ausdruck kommt.

Neben der forstlichen und jagdlichen Zoologie widmete er einen großen Teil seiner Arbeitskraft der Fischereikunde und er hat sich damit auch in den Fischereikreisen einen hochangesehenen Namen erworben.

Wenn man Ecksteins Tätigkeit überblickt, so kann man sich des Staunens kaum erwehren über die Vielseitigkeit und enorme Arbeitskraft, die er in seinem Leben entwickelt hat und die ihm heute noch geblieben ist.

Über all den Verdiensten um Wissenschaft und Praxis steht der Mensch, stehen die hohen menschlichen Eigenschaften, die dem Jubilar innewohnen. Immer freundlich



und liebenswürdig, stets hilfsbereit, mit einem gesunden Humor begabt, immer wahr und offen tritt er seinen Kollegen gegenüber und so spielt sich der Verkehr mit ihm stets in der angenehmsten Form ab.

Möge es dem Jubilar vergönnt sein, noch recht viele Jahre der ihm so lieb gewordenen Beschäftigung nachgehen zu können, und uns noch recht lange an seinem reichen Wissen und Können teilhaben zu lassen. K. Escherich.

Ludwig Rhumbler.

Von H. Eidmann, Hann.-Münden.

(Mit 1 Abbildung.)

Prof. L. Rhumbler feierte im Juli dieses Jahres seinen 65. Geburtstag und wurde auf seinen eigenen Wunsch am 1. Oktober in den Ruhestand versetzt, Grund genug, dieses Mannes zu gedenken, der die theoretische wie die angewandte Zoologie in gleich hervorragender Weise gefördert hat. Rhumbler hat als Gelehrter wie als Mensch in seltenem Maße die Anerkennung all derer gefunden, die mit ihm irgendwie in Berührung traten. Dies ist bedingt durch die außergewöhnliche Güte, die von ihm ausstrahlt, durch sein verzeihendes Verständnis für alle menschlichen Schwächen, vor allem aber durch die absolute Zuverlässigkeit, die sein wissenschaftliches Arbeiten wie auch all seine menschlichen Handlungen auszeichnet. Jeder, der sich von ihm Rat holt, in schwierigen Fragen, seien sie wirtschaftlicher oder persönlicher Art, wird von seiner Gewissenhaftigkeit und dem Verantwortungsgefühl, das ihn durchdringt, aufs Stärkste berührt. Gepaart sind diese Eigenschaften mit einem stark ausgeprägten inneren Takt, der ihn stets das Richtige finden und tun ließ. So ist er für viele seiner Umgebung ein stetes Vorbild geblieben.

Ludwig Rhumbler.

Ludwig Rhumbler wurde am 3. Juli 1864 in Frankfurt a. M. geboren. Im Jahre 1884 begann er sein Universitätsstudium in Marburg, ging dann nach Berlin und später nach Straßburg. Er hatte ursprünglich die Absicht, Germanist zu werden und widmete auch die ersten Semester dem Studium der Germanistik. Bald jedoch erlangte sein Interesse für Naturwissenschaft die Oberhand und er entschied sich endgültig für die Zoologie. Seine erste wissenschaftliche Arbeit war seine Doktordissertation, „Über die Enzystierung bei *Colpoda cucullus*“, mit der er bei Goette in Straßburg im Jahre 1888 zum Dr. phil. promovierte. Diese Arbeit weist bereits auf seine späteren, so bedeutsamen Untersuchungen über die Physiologie der Einzelligen hin. Kurz nach seiner Promotion wurde Rhumbler zweiter Assistent bei Goette am Zoologischen Institut der Universität Straßburg, um dann 1890 für die Dauer von 2 Jahren eine Stelle als Assistent der Sektion für Küsten- und Hochseefischerei in Oldenburg anzunehmen. 1892 habilitierte er sich in Göttingen bei Ehlers und war bis 1906 an dieser Universität zunächst als Privatdozent und später als Titularprofessor mit Lehrauftrag tätig. Im Jahre 1906 erhielt er einen Ruf auf die Professur für Zoologie an der damaligen Preußischen Forstakademie in Hann.-Münden, der er allen Verlockungen zum Trotz 23 Jahre lang, bis zu seiner nunmehr erfolgten Emeritierung treu geblieben ist.

Rhumblers Arbeiten entwickelten sich schon sehr bald nach einer ganz bestimmten Richtung, die man als die Zellmechanik bezeichnen kann. Auf diesem Gebiete ist Rhumbler unbestrittener Meister geworden und bei den zahlreichen Arbeiten aus seiner Privatdozentenzeit über Protozoen, embryonale Furchung und Gastrulation stehen zellmechanische Probleme im Vordergrund. Die Art, mit der Rhumbler durch scharfsinnig erdachte Experimente den Mechanismus der intimen Vorgänge im Zellkörper erforschte, ist vorbildlich, und viele seiner Arbeiten aus der damaligen Zeit sind als klassisch zu bezeichnen. Heute gehören zahlreiche seiner Experimente zum eisernen Bestand der tierphysiologischen Praktika unserer Universitäten.

Die Objekte, die Rhumbler seinen Untersuchungen zugrunde legte, waren zum größten Zeil Protozoen, vor allem die Rhizopoden. Ihnen hat er sich immer wieder mit besonderer Liebe zugewandt und hat sich auch in die schwierige Systematik dieser Lebewesen intensiv eingearbeitet. Er gilt heute als einer der besten Kenner der Foraminiferen und seine Untersuchungen über diese Protozoengruppe fanden ihren Niederschlag in einem monumental angelegten Werk „Die Foraminiferen der Planktonexpedition", von dem 1909 der erste Teil, 1913 der zweite Teil erschienen ist. Der letzte Teil, dessen Erscheinen durch andere Arbeiten verzögert wurde, wird von ihm noch bearbeitet und dürfte in den nächsten Jahren seiner Vollendung entgegen gehen. Diese groß angelegte, auch äußerlich umfangreiche Arbeit (sie wird nach der Fertigstellung etwa 1000 Seiten umfassen) stellt eine glänzende monographische Bearbeitung der Foraminiferen dar. Rhumbler hat darin auf Grund selektionistischer und mechanisch physiologischer Faktoren ein System aufgestellt, das heute allgemein gebräuchlich ist. Es ist ihm darin gelungen, die Form, selbst kompliziert gebauter Foraminiferenschalen auf Grund mechanischer Gesetze der Oberflächenspannung des Protoplasmas zu erklären.

Die Beschäftigung mit der Systematik veranlaßte Rhumbler auch, einen Vorschlag zur Reform der zoologischen Nomenklatur zu machen, der darauf abzielte, an gewissen Buchstaben des wissenschaftlichen Namens die systematische Zugehörigkeit der betreffenden Art zu erkennen. Trotz der unbestreitbaren Reformbedürftigkeit unserer Nomenklatur mußte dieser beachtenswerte Versuch, wie viele andere, an der Schwere der Tradition scheitern, die der Nomenklatur nun einmal anhaftet und die wohl auch so bald noch nicht beiseite geschoben werden kann.

Rhumbler ist seiner alten Liebe, den Einzellern bis zum heutigen Tage treu geblieben, wie seine Bearbeitung der Protozoen (Allgemeine Einführung, Rhizopoden, Ciliaten und Azineten) 1923 in dem Kükenthalschen „Handbuch der Zoologie" und der Amoebozoen und Foraminiferen 1928 in „Die Tiere der Nord- und Ostsee", Herausgegeben von Grimpe und Wagler zeigen. Er freut sich darauf, wie er mir sagte, nun wieder mehr Zeit seinen Foraminiferen widmen zu können.

Durch seine Berufung nach Hann.-Münden im Jahre 1906 sah sich Rhumbler in die Notwendigkeit versetzt, seine Arbeiten, — wenigstens bis zu einem gewissen Grade — auf das ihm bis dahin noch neue Gebiet der Forstzoologie einzustellen. Seine Erfolge zeigen, mit welch bewundernswerter Plastizität ihm dies gelungen ist. Zunächst begann er seine in weiten Kreisen bekannt gewordenen Untersuchungen über Entwicklung und Wachstum des Hirschgeweihs, deren Resultate in zahlreichen Veröffentlichungen niedergelegt und die bis heute noch nicht abgeschlossen sind. Diese Arbeiten, die durch ihren entwicklungsmechanischen Charakter in glücklichster Weise an Rhumblers altbewährte frühere Methoden anknüpfen, gaben zunächst Aufschluß über den Verlauf der ernährenden Blutgefäße und die sekundäre Abhängigkeit der Formbildung des wachsenden Geweihes von ihnen. Nicht weniger als 21 Eigentümlichkeiten der Geweihform konnten auf entwicklungsmechanische Ursachen zurückgeführt werden, und außerdem gelang die kausale Erklärung fast sämtlicher Geweihabnormitäten auf entwicklungsmechanischer Grundlage. Bewundernswert ist die enorme Menge seltenen Materials, das diesen Untersuchungen zugrunde liegt, zu dessen Erlangung Rhumbler keine Mühe und Arbeit scheute.

Im Jahre 1914 wurden dann Arbeiten über die Biologie und forstliche Bedeutung der Buchenwollaus (*Cryptococcus fagi*) in Angriff genommen, die in der Umgebung Mündens besonders stark auftritt. Die Resultate erlauben ein sicheres Urteil über die Beziehungen dieses Schädlings zum Eingehen der Bäume und bilden eine breite Grundlage zu seiner Bekämpfung. Im Verlauf dieser Untersuchungen hat Rhumbler den sogenannten Mündener Binokelfuß konstruiert, eine in ihrer Einfachheit überaus praktische Vorrichtung, die an jedem Binokel angebracht werden kann und es erlaubt, dieses unentbehrliche Beobachtungsinstrument in horizontaler Richtung an stehenden Stämmen sicher und fest anzubringen. Dadurch ist es möglich, die Beobachtungsobjekte längere Zeit hindurch unter Kontrolle und genauester Beobachtuug zu halten, ohne sie von ihrem natürlichen Ansatzpunkt entfernen zu müssen.

1922 gab Rhumbler zum ersten Male das „Lehrbuch der Forstentomologie" von Nüßlin neu heraus, dem wenige Jahre später eine zweite Neubearbeitung folgte. Unter Wahrung der Eigenart des alten „Nüßlin" hat Rhumbler hier durch weitgehende Umarbeitung ein Werk geschaffen, das zum Besten gehört, das wir in der modernen forstentomologischen Literatur besitzen und neben Escherichs „Forstinsekten" zum eisernen Bestand jeder forstlichen Bibliothek gehört. Sein geringerer Umfang läßt es gerade als Lehrbuch besonders geeignet erscheinen. Rhumbler hat darin auch eine äußerst zweckmäßige und übersichtliche Formeldarstellung der Biologie der Insekten gegeben, die er bereits früher (1918) ausgearbeitet und in Vorschlag gebracht hatte.

Mit dem Jahre 1926 beginnen Rhumblers Untersuchungen über einen unserer forstlichen Großschädlinge, den Maikäfer. Von den bisherigen Ergebnissen dieser, mit einer ausgedehnten und gänzlich neuartigen Apparatur durchgeführten Arbeiten, in deren Rahmen auch die Untersuchungen einiger Schüler Rhumblers (Schwerdtfeger und Meunier) gehören, sei hier nur genannt, daß der Maikäfer nicht geschlechtsreif aus der Erde kommt, sondern erst einen etwa 14 Tage währenden Reifungsfraß durchmachen muß, um zur Eiablage schreiten zu können. Diese (früher bestrittene) Erkenntnis ist für die Beurteilung des Wertes der üblichen Bekämpfungsmethoden von ausschlaggebender Bedeutung. Die übrigen, zum Teil noch nicht publizierten Resultate aus dieser Arbeitsperiode Rhumblers haben unsere Kenntnis von der Biologie des Maikäfers, insbesondere von den Erscheinungen des Schwärmbetriebes ganz wesentlich erweitert.

Diese wenigen Punkte aus dem wissenschaftlichen Schaffen Rhumblers geben nur einen kurzen Überblick über die wichtigsten Gebiete, mit denen er sich beschäftigte. Alle seine Arbeiten haben das gemeinsam, daß sie voll ausgereift sind, daß ihre Ergebnisse auf einem enormen Beobachtungs- und Tatsachenmaterial basieren und erst dann formuliert wurden, wenn sie absolut gesichert waren. So kommt es, daß die Resultate, selbst seiner früheren Arbeiten kaum jemals angefochten, ja selbst bis heute kaum wesentlich ergänzt werden konnten. Konservativ im besten Sinne in seiner Art zu arbeiten, hat sich Rhumbler doch stets die modernsten Methoden, sobald er sie als brauchbar erkannt hatte, zu eigen gemacht. Es sei nur an die subtilen Injektionsverfahren erinnert, die er bei seinen Geweihstudien in Anwendung brachte, an die Verwendung der Kinematographie zur Untersuchung des Segelfluges der Möven (einer Arbeit die noch der Vollendung harrt) u. dgl. mehr. Diese Eigenschaften der Rhumblerschen Arbeitsweise haben zu dem Erfolg beigetragen, der seinen Arbeiten beschieden war.

Die Anerkennung für Rhumblers wissenschaftliche Leistungen ist nicht ausgeblieben. Zahlreiche wissenschaftliche Gesellschaften des In- und Auslandes haben ihn durch Ernennung zum korrespondierenden oder Ehrenmitglied ausgezeichnet. Von diesen Ehrungen sei nur die vor kurzem erfolgte Ernennung zum korrespondierenden Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften genannt. Die Deutsche Zoologische Gesellschaft hat ihm ihr Vertrauen durch die Wahl zum 1. Vorsitzenden erwiesen, welches Amt er im Jahre 1926 auf der 31. Jahresversammlung in Kiel inne hatte. Im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie, die ihn zu ihren eifrigsten Mitgliedern zählt, ist Rhumbler seit mehreren Jahren tätig.

Den wissenschaftlichen Leistungen Rhumblers stehen seine menschlichen Eigenschaften nicht nach. Man kann von ihm, wie fast allen großen Männern sagen, daß es letzten Endes sein hohes Menschentum ist, das seiner Arbeit unverkennbar seinen Stempel aufdrückt und das Geheimnis des Erfolges in sich trägt. Rhumblers Wesen wird vor allem durch seine große Güte und Bescheidenheit charakterisiert, die es stets verschmähte, die eigene Person in den Vordergrund zu stellen und die jene Wärme ausstrahlt, die einen jeden in seiner Nähe wohltuend umgibt. Er war es, der es stets verstand, auch die größten Gegensätze zu überbrücken. Diesen Eigenschaften ist vor allem auch die beispiellose Beliebtheit zuzuschreiben, deren sich Rhumbler im Kreise seiner Kollegen, bei der Studentenschaft und bei seinen Untergebenen wie seiner ganzen Umgebung stets erfreuen durfte und darf. Der Geist selbstverständlicher Pflichterfüllung und ein außergewöhnliches Verantwortungsgefühl beherrschen sein Tun und Lassen. Dieses Pflichtgefühl war es auch, das ihn im Jahre 1914 obwohl er das 50. Lebensjahr bereits überschritten hatte, ohne Zaudern zu den Waffen eilen ließ. Und wie ernst er diese freiwillig übernommene Aufgabe nahm, zeigt die — den wenigsten bekannte Tatsache —, daß er in drei Gefechten nicht weniger als fünf, zum Teil schwere Verwundungen erhielt, und daß er in kurzer Zeit zum Hauptmann befördert wurde.

Rhumbler hat sich durch die tiefschürfende Art, mit der er alle Arbeiten anpackte, ein ungeheures, weit über die Grenzen seines engeren Fachgebietes hinausgehendes Wissen angeeignet. Wohl selten hat jemand vergebens bei ihm um Rat gefragt, wenn es sich um etwas handelte, das irgendwie mit der Zoologie in Berührung stand. Das haben besonders die erfahren, die in seinem Institut unter seiner Anleitung eine wissenschaftliche Arbeit durchführen durften und denen er nicht nur der Chef und Lehrer, sondern stets noch der ältere Freund und Ratgeber geworden ist, und von denen sich manch einer auch in schwierigen menschlichen Dingen an ihn gewandt und aus reichen Lebenserfahrung den richtigen Rat erhalten hat.

Rhumbler hat zahlreiche und weite Reisen unternommen. Sie waren es, auf denen er Erholung von arbeitsreichen Monaten suchte, auf denen er sich immer neue Anregung holte und seinen Blick weitete. Besonders das Mittelmeerbecken mit seinen unvergleichlichen Naturschönheiten, seinen alten Kulturstätten und seiner reichen und interessanten Fauna hat ihn immer wieder angezogen. Er kennt die sämtlichen Randgebiete des Mittelmeers von wiederholten Reisen und westwärts darüber hinaus Madeira, die Kanarischen Inseln und die Bermudas. Er hat Nord- und Südamerika besucht und mehrere Nordlandreisen haben ihn nach Schottland und den Hebriden und sogar bis Spitzbergen geführt. Erst in diesem Herbst war er zum zweitenmal in Spitzbergen und hat auf dieser Reise den wichtigsten Teil des Materials für seine bereits erwähnten Studien über den Segelflug gesammelt.

Rhumbler ist eine der markantesten Gestalten im Lehrkörper der Forstlichen Hochschule Hann.-Münden, dem er so lange Jahre angehört hat, gewesen. Er hat ein gut Teil dazu beigetragen, das Ansehen und den wissenschaftlichen Ruf zu begründen, den diese Lehr- und Forschungsstätte heute genießt. Jetzt nach seiner Emeritierung steht er in vollster geistiger und körperlicher Frische unter uns, und wir alle, die ihn kennen, sei es persönlich oder aus seinen Arbeiten, wünschen und hoffen, daß er sich seine erstaunliche Arbeitskraft noch viele Jahre erhalte und all die vielen Pläne, mit denen sein nie rastender Geist sich trägt, zur Ausführung bringen kann.

Herr Dr. **H. Weber**, bisher Privatdozent in Bonn, ist zum 1. April 1930, unter Verleihung der Amtsbezeichnung eines a. o. Professors, mit einem Lehrauftrag an der Technischen Hochschule Danzig betraut worden.

Der holländische Staatsentomologe **A. Smits van Burgst**, der vor allem durch seine Parasitenstudien bekannt geworden ist, ist vor kurzem gestorben.

Neue Literatur.

Eingesandt vom 1. August 1929 bis 31. März 1930.

Andres, Adolf. Note on the Egyptian Dragonflies. — Bull. Soc. R. Ent. d'Egypte. Kairo 1929.

Andres, Adolf, Note sur *Pimelia angulata* F. et espèces voisines. — Bull. Soc. R. Ent. d'Egypte. Kairo 1929.

Baier, Leo und **Erhard, H.**, Über das Hörvermögen der Kohlweißlingraupe (*Pieris brassicae* L.). — Rev. suisse de zool. T. 36. 1929.

Baranoff, N. von, Studien an pathogenen und parasitischen Insekten. II. Beitrag zur Kenntnis der Phasiinen mit besonderer Berücksichtigung der Gruppe *Ocyptera* (Dipt. Tachin.). — Zagreb 1929.

Blunck, H., Der Kampf der Landwirtschaft gegen die zunehmenden Pflanzenkrankheiten (Vortrag). — Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 79. Jahrg., Nr. 51 u. 52.

Bodenheimer, F. S., Materialien zur Geschichte der Entomologie. Bd. II. 486 S. in Quart. 4 Taf. u. 103 Fig. Berlin (W. Junk) 1929. — Preis des ganzen Werkes geb. Rm. 112,—.

Börner, C., Die Reblaus. — Weinbau-Lexikon. Berlin 1929.

Börner, C., Mandibeln und Maxillen bei Psociden, Thysanopteren und Rhynchoten. — Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. 1929.

Börner, C., Über die Bedeutung der phylogenetischen Betrachtungsweise für die Systematik. — 3. Wandervers. Deutscher Entomologen in Gießen. 1929.

Börner, C., Grundsätzliches zur Frage der Umstellung des deutschen Weinbaues auf den Pfropfrebenbau. — Wein und Rebe. II. Jahrg. 1930.

Bovien, Prosper, Über das Vorkommen von *Tylenchus pratensis* de Man in Dänemark. Anz. f. Schädl. V., Heft 5. 1929.

Braßler, K., Ein wenig beobachteter Schädling der Korbweide, *Melasoma vigintipunctata* Scop. — Korb-Industrie und Weidenzeitung. 1929.

Braune, Rob., Untersuchungen an *Niptus hololeucus* Fald. Teil I, Morph. u. Biologie. — Zeitschr. Morph. u. Ökol. Abt. A. 16. Bd. 1929.

Britton, W. E., siehe Connecticut.

Buchmann, W. W., Zur Ernährungsphysiologie normaler und hungernder *Pyrausta*-Raupen. — Zool. Anz. 1928.

Buchmann, W. W., Untersuchungen über die physiologische Wirkung von *Pyrethrum*-Insektenpulver auf Fliegenlarven. — Zeitschr. f. Des. 1929.

Buchmann, W. W., Über einige physiologische Probleme der Verdauung bei Insekten. — Zeitschr. f. Desinf. u. Ges. 1928.

Buchmann, W. W., Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Dipterenlarven. Zeitschr. f. Des. 1929.

Buchmann, W. W., Die von der preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene geprüften und als geeignet befundenen Pyrethrum-Insektenpulver zur Bekämpfung der Gesundheitsschädlinge. — Zeitschr. f. Des. 1929.

Buchmann, W., Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Dipterenlarven. — Zeitschr. f. Des. u. Gesundheitsw. 1929. Heft 10 u. 1930 Heft 1.

Buchner, Paul., Holznahrung und Symbiose. — Berlin 1928.

Busck y Dampf, Una Palomilla (*Stenoma crambina* Busck) como una nueva plaga del Algodon en el estadode Oaxaca. — Secr. Agr. y Fom. Mexico. Estudios de la Ofic. fed. Def. Agr. Num. 2. 1929. (55 S., 1 kol. Taf. u. 24 Fig.)

Butovitsch, Victor von, Studien über die Morphologie und Systematik der paläarktischen Splintkäfer. (Inaugural-Dissertation.) Altenburg, Thür. Oskar Bonde, 1929.

Butovitsch, V. v., Einige Bemerkungen über die an Weymouthskiefer vorkommenden Schädlinge. — Silva 1930.

Caudura Gius. Salv., Gli insetti del frumento nel granaio. — R. Lab. Ent. Agr Portici. Circ. Nr. 5. (1929.)

Catoni Giulio, Uno degli insetti piu dannosi alla frutticoltura: La Mosca o Cecidomia delle perine (*Diplosis pyrivora* Riley). — Ministero dell economia nazionale. Verona 1929.

Catoni Giulio, Applicazione pratica del metodo simbiotico per la germinazione dei semi di orchidee tropicali e loro prima coltura. — Atti della Accad. Roveretana degli Agiati. S. IV, Vol. IX. 1929.

Connecticut, 28. Report of the State Entomologist of Connecticut. By W. E. Britton. — Con. Agr. Exp. Stat. Bull. 305. 1929.

Conrad, Alb., Gesamtdarstellung der Eulenfraßkatastrophe 1922 und 1923 und ihre Folgewirkungen im Staatsforstgebiet des Regierungsbezirkes Allenstein, Ostpr. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1929.

Costantino Giorg., La mosca delle frutta. R. Lab. Ent. Agr. Portici. Circ. Nr. 6. (1929.)

Dänemark. — Plantesygdomme i Danmark 1928. (Plant discases and pests in Denmark 1928.) Oversigt samlet ved Statens Plantepatologisks Forsg.

Danemark. — Plantesygdomme i Danmark 1928. — Tidsskr. for Planteavl. 35 Bd. 1929.

Dampf siehe Busck.

Deckert, W., Die gesetzlichen Grundlagen der Schädlingsbekämpfung mit Blausäuren in den meisten Kulturstaaten. — Zeitschr. f. Des. u. Gesundheitsw. 1930.

Detwiler, Samuel B., Inseckt and desease control as a branch of forest protection. — Yale University School of Forestry. New Haven 1929.

Dingler, Max, Über den Einfluß des Lebensraumes auf die Artbildung. — 3. Wandervers. Deutsch. Entom. 1929.

Dingler, M., Cochenille u. Kermes. — Die Rohstoffe des Tierreichs. Bd. 2. 1929.

Dingler, Max, Ein Kleinschmetterling (*Argyroploce lacunana* Dup.) als Schädling an Buchensaat. — Forstw. Centralbl. 1929.

Dingler, Max, Beiträge zur Biologie von *Icerya purchasi* Mask. — Biol Zentralbl. 1930.

Dingler, Max und **Henneberg, B.**, Apionlarven in „springenden Kapseln". — Mitt. Münch. Entom. Ges 19. Jahrg. 1929.

Eidmann, H., The Economical Value of Ants for our Forests. — IV. Intern. Congr. of Ent. Ithaca 1928. Vol. II. (1929.)

Eidmann, H., Influence of Temperature on the number of eggs in Lepidoptera. — IV. Intern. Cong. Entom. Ithaka 1928. Vol. II. (1929.)

Ellinger, T. and **Sachtleben, H.**, Notes on the east European parasites of *Pyrausta nubilalis* Hb. — Int. corn borer investigations Scient. Reports. Vol. II. 1929.

Ellinger, Tage und **Sachtleben, H.**, Zur Kenntnis der Parasiten von *Pyrausta nubilalis* Hb. aus dem Rhein- und Donaugebiet. — Arb. Biol. R. A. XVII. 4. 1929.

Erhard, H., Probleme der Tiergeographie und Tierbiologie in den Alpen. — Xe Congrès internat. de Zool.

Faes, H. et **Staehelin, M.**, Les parasites, insectes et champignons des arbres fruitiers.

Faes, H., Rapport annuel 1928. Station féd. d'essais viticoles à Lausanne et Domaine de Pully. — L'Ann. agr. de la Suisse 1929.

Fischel, Werner, Wachstum u. Häutung der Spinnen. 2. Mitt.: Weitere Beobachtungen an retitelen und vaganten Araneen. — Zeitschr. f. wissenschaftli. Zoologie 136 Bd. 1930.

Fischel, Werner, Weitere Untersuchung der Ziele der tierischen Handlungen. — Zeitschrift f. vergl. Phys. 11. Bd. 1930.

Fraenkel, Gottfried, Untersuchungen über Lebensgewohnheiten, Sinnesphysiologie und Sozialpsychologie der wandernden Larven der afrikanischen Wanderheuschrecke *Schistocerca gregaria* (Forsk.). Biol. Zentralbl. Bd. 49. 1929.

Friederichs, K. und **Steiner, P.**, Licht und Insektenentwicklung. — Centr. f. Bakt. usw. II. Abt. Bd. 80.

Friend, Roger B., The asiatic beetle in Connecticut. — Connecticut Agr. Exp. Stat. Bull. 304. (1929).

Frisch, K. v., Versuche über den Geschmackssinn der Bienen. (3. Mitteilung.) Die Naturwissenschaften. 18. Jahrg. Heft 8. 1930.

Garman, Philip and **Zappe, M. P.**, Control Studies on the Plum curculio in Connecticut Apple Orchards. — Con. Agr. Exp. Stat. Bull. 301. 1929.

Gasow, H., Der westfälische Starkasten. — Landw. Ztg. f. Westfalen u. Lippe. H. 46/1929.

Geßner, A., Hat der Winter 1928/29 auf die Entwicklung der Insekten, insbesondere der des Weinbaus einen nennenswerten Einfluß ausgeübt? — Weinbau u. Kellerwirtsch. 8. 1929.

Gößwald, Karl, Über geflügelte Exemplare von *Solenapsia imitatrix* Wasm. — Zool. Anz. 85. Bd. 1929.

Gößwald, Karl, Mermithogynen von *Lasius alienus*, gefunden in der Umgebung von Würzburg. — Zool. Anz. 84. Bd. 1929.

Gradojević, Mich., *Reculitermes lucifugus* Rossi dans la Serbie du Sud. 4 Tafeln. — Bull. Min. Agric. Belgrade VII. 1929. (Serbisch mit französ. Resumé.)

Gram, Ernst, Blaasyrebehandling af Drivhuse. — Gartner-Tid 1929.

Großheim, N. A., *Rhynchites bacchus* L. — U. S. S. R. Bull. of Mleev Horticultural Experiment Station No. 10, 1928.

Großheim, N. A., Program of entomological section of Mleev Experiment Station. — Bull. of Mleev Hort. Exp. St. No. 10, 1928.

Großheim, N. A. and **Pjatakova, V. L.**, A preliminary list of orchards pests of Mleev Experiment Station District (1923—1927). — Ebenda Nr. 5.

Handschin, Ed., Die Collembolen des Zehlaubruches. — Schrift. Phys. ökon. Ges. Königsberg. LXV. 1928.

Handschin, Ed., Die Temperatur als Faktor lokaler Tierwanderungen im Boden. — Verh. Nat. Ges. Basel. 1929.

Handschin, Ed., Beiträge zur Collembolenfauna von Süd-Indien. — Rev. suisse de Zool. T. 36. 1929.

Handschin, Ed., Ein neuer Rüsseltypus bei einem Käfer (Leptopalpus rostratus F.). — Z. Morph. Ökol. XIV. 2. 1929.

Handschin, Ed., Urinsekten oder *Apterygota (Protura, Collembola, Diplura* u. *Thysanura)*. — Die Tierwelt Deutschlands. 16. Teil. Jena, Gustav Fischer, 1929. Preis Rm. 16,—.

Hamburg. — Institut für angewandte Botanik. 30 Berichte über die Tätigkeit der Abteilung für Pflanzenschutz. Für die Zeit vom 1. I.—31. XII. 1928. Hamburg 1929.

Hase, Albr., Beobachtungen über Verbreitung und Verhalten des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hbn. Lepiodopt.). — Arb. Biol. R. A. XVII. Heft 4. 1929.

Hase, Albr., Über Aufgaben der medizinischen Entomologie. — Deutsche Forschung. Heft 9. Landwirtschaft. Berlin 1929.

Hase, Albr., Individualverhalten und Artverhalten bei Insekten. — 3. Wanderversammlung Dtscher. Entom. in Gießen. 1929.

Hase, Albr., Diskussionsbemerkungen zum Tagesthema „Artbegriff". Ebenda.

Hauptfleisch, K., Pflanzenkrankheiten und Welthandel. Forstw. Centralbl. 1930.

Hazelhoff, E. H., Bestrijding der Witte Wolluis. — Arch. Suikerind. 1929.

Hazelhoff, E. H., Entomologisch Onderzoek. Jaarversl. Proefstat. Java Suiker Industrie 1928.

Hazelhoff, E. H., Witteluis-en Topboorder-Bestrijding. — Org. voor de Suikertechnici. Djokja 1929.

Hazelhoff, E. H., Biological Control of a Sugar-cane Aphid by transferring its Native Parasite from the Old to the Young Fields. — IV. Intern. Congr. of Entom. Ithaca. Vol. II. 1929.

Hedike, H., Arthropoden-Fette, -Öle und -Wachse und Schellack. — Die Rohstoffe des Tierreichs. Bd. I. 1929.

Heikertinger, Fr., Nekrologe über Dr. A. Julius Müller, Alfred Knisch und Romuald Formánek. — Kol. Rundschau 1927.

Heikertinger, Fr., Über Fühleranpassungen bei myrmecophilen Käfern. — Z. f. wiss. Insektenbiol. 1927.

Heikertinger, Fr., Wie ordnet der Spezialist Gattungen und Arten nach einem natürlichen System? Kol. Rundschau 1928.

Heikertinger, Fr., Eine Fahrt zum IV. Internationalen Entomologen-Kongreß in Ithaca. — Koleopt.-Rundschau 1929.

Heikertinger, Fr., Neue Ziele der Nomenklatur und seiner Erreichung. — Coleopt. Centralbl. 1929.

Heikertinger, Fr., Was ist zu tun in der Entomologie? — Koleopt. Rundschau 1929.

Heikertinger, Fr., Halticinen, Erdflöhe. — Handb. f. Pflanzenkr. 4. Aufl. Bd. V.

Heikertinger, Fr., Schutzanpassungen im Tierreich. — Karlsruhe (G. Braun) 1929. Preis Rm. 3,—.

Heikertinger, Fr., Einige Versuche mit der „Warnfarbigen" Raupe von *Euchelia jacobaea* L. — Z. f. wiss. Insektenbiol. 1929.

Heß-Beck, Forstschutz. 5. Aufl. II. Bd. 5. u. 6. Lieferung. Schutz gegen Menschen, Pflanzen, atmosphärische Einflüsse und Flugsand. Bearbeitet von Prof. Dr. Borgmann u. Prof. Dr. Funk. — Neudamm (J. Neumann) 1929. Preis der Lieferung Rm. 4,—.

Heymons, R. u. **Lengerken, H. v.**, Studien über die Lebenserscheinungen der *Silphini* (Coleopt.). V. *Silpha tyrolensis* Laich. — Z. f. Morph. u. Ök. 17. Bd. 1930.

Horn, Walther, On the splitting influence of the increase of Entomological knowledge and on the Enigma of species. — Intern. Congr. Entom. Ithaca, 1928, Vol. II.

Horn, Walther, The future of insect taxonomy. — Intern. Congr. Entom. Ithaca, 1928. Vol. II.

Horn, Walther, Diskussionsbemerkungen zum Tagesthema „Phylogenie". — 3. Wandervers. Dtsch. Ent. in Gießen 1929.

Horn, Walther, Über den Spezies-Begriff vom historischen u. metaphysischen Standpunkt aus. — Ebenda.

Hunter, W. D. and **Coad, B. R.**, The Boll-Weevil problem. — U. S. Dep. Agr. Farmers Bull. No. 1329.

Johannsen, O. A., Some phases in the embryonic development of *Diacrisia virginica* Fabr. (Lepidopt.). — Journ. Morph. and Phys. Vol. 48. 1929.

Kalshoven, L. G. E., De Biologie van de Djatitermiet (*Kalotermes tectonae* Damm.) in Verband met zijn Bestrijding. (154 Seiten, 20 Tafeln.) — Wageningen 1930. (Proefschrift.)

Kemper, H., Zur Biologie von Penthetria holosericea Meig. (Dipt. Bibionn.) — Z. f. wiss. Ins.-Biol. 1928.

Kemper, H., Unsere bisherigen Kenntnisse über den Zusammenhang von intrazellularer Symbiose und Stichwirkung bei blutsaugenden Arthropoden. — Zeit. f. Desinf. u. Ges. 1928.

Kemper, H., Die von der preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene geprüften und als geeignet befundenen Spritzmittel zur Bekämpfung der Gesundheitsschädlinge. — Zeit. f. Desinfektion 1929.

Kemper, H., Beobachtungen über den Stechakt der Bettwanze und seine Wirkung auf die menschliche Haut. — Zeit. f. Desinfektion 1929.

Kemper, H., Beitrag zur Kenntnis des Stinkapparates von Cimex lectularius L. — Zeit. f. Morph. u. Ökol. 15. Bd. 1929.

Kemper, H., Die Tracheenanordnung bei der Bettwanze (Cimex lectularius L.). — Zool. Anz. 1928.

Kemper, H., Der „Parevo"-Apparat, ein neues Hilfsmittel in der Wanzenbekämpfung. — Zeit. f. Desinf. 1929.

Kemper, H., Über die heutige Verbreitung und die Geschichte der Bettwanze. — Zeit. f. Desinf. u. Ges. 1928.

Kofoid Chas. Alw. and **Garland, E. A.**, Mode of Attack of the Sound-Wood Termite on a City Building. — The Architekt and Engineer 1929.

Kolossow, G. M., Bestimmungstabelle der in S. S. S. R. vorkommenden Arten der Gattung *Leucorhinia (Odonata)*. 1929.

Komárek, Jul., Die Reduktion des Dipterenkörpers aus flugtechnischen Ursachen und die morphologisch-systematischen Folgen. — X^e Congr. internat. de Zool.

Komárek, Jul., Die Bekämpfung der Nonne vom Flugzeug aus. — X^e Congr. internat. de Zool.

Krasnjuck, P. J., *Aporia crataegi* L. — Bull. of Mleev Hortic. Exp. St. No. 10.

Leefmans, S., Een ernstige Engerlingplaag op eene Thee-en Rubberonderneming, veroozaakt door *Exopholis hypoleuca* Wied. — De Bergkultures. 3. Jahrg. (28. Dez. 1929).

Lehner u. **Berwig**, Der Eulenfraß 1923/24 und seine Folgen in der Fürstl. Hohenzollerschen Oberförsterei Griesel (Neumark). — Allg. Forst- u. Jagd-Zeit. 105. Jahrgang 1929.

Leibbrandt, Fr., Über den Einfluß des Kalkes auf die Beschaffenheit der Kupferkalkbrühen. — Weinbau u. Kellerw. 1929.

Leibbrandt, Fr., Die Kutikula der Pflanzen und die Schädlingsbekämpfung. — Weinbau u. Kellerwirtsch. 8. 1929.

Lengerken, H. v., Halophile und halobionte Coleopteren. — Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Teil XI e. — Leipzig 1929.

Lengerken, H. v., Die Blattschnittmethode des Ahornblattrollers (*Deporans tristis* F. Coleopt.). — Biol. Zentralbl. Bd. 49. 1929.

Mahdihassan, S., The microorganisms of red and yellow lac insects. (Mit 1 Tafel u. 6 Fig.). — Arch. f. Protistenkde. 68. Bd. 1929.

Malenotti, Ett., Venti anni di lotta contro la Mosca delle Olive in Italia. — Nuovi Annali del Ministero per l'Agricol. An. I 1921.

Malenotti, Ett., Un nemico della bietola saccarifera in Marlemma: *Cleonus mendicus* Gyll. — „Pagine Agricole" 1929.

Malenotti, Ett., Contro gli Elateridi nel Basso Piave. — Atti dell'Accad. d. ágric. scienze et lett. Verona, 1927.

Malenotti, Ett., Sulla sistematico dello Pseudococcus vitis Niedl. e sui rapporti biologici tra *Sinaethis nemorana* Hübn. e *Pseudococcus citri* Risso e loro importanza in Viticoltura. — Ebenda 1928.

Malenotti, Ett., Lo *Sminthurus viridis* Lubb. Dannoso al frumento. — Ebenda 1928.

Malenotti, Ett., Le spolverizzazioni arsenicali contro la Tignola del Melo (*Hyponomeuta malinellus* Zell.). Piacenza, 1929.

Malenotti, Ett., Fumigazioni a zero gradi (con note sulla *Epidiaspis piricola* Del Guer.). Piacenza, 1928.

Malenotti, Ett., Esperienze di fumigazioni in Alto Adige. — Piacenza, 1929.

Malenotti, Ett., L'acido cianidrico contro la cocciniglia grigia del pero. — Piacenza 1927.

Malenotti, Ett., Il „Meritolo" contro la tignola del melo (*Hyponomeuta malinellus* Zett.). — L'Italia Agricola n. 9, 1929.

Malenotti, Ett., Schiarimenti sull'impiego dell'esca al fosfuro di zinco contro le Grillotalpe (*Curtilla gryllotalpa* L.). — Ebenda.

Malenotti, Ett., Sui danni del Cefo ai frumenti Ardito e Mentana. — Piacenza 1929.

Malenotti, Ett., Esperienza contro la Psilla del pero. — „Il Coltivatore" N. 26, 1929.

Marshall Wm. S., The hypodermal glands of the black scale, *Saissetia oleae* (Bernard). — Wisconsin Acad. of Scienc-Arts, Lett. Vol. XXIV, 1929.

Matsumura, S., Insecta Matsumurana. Vol. III, No. 4, Val. IV, No. 1 u. 2 (1929).

Mellor, J. E. M., Bee-Keeping in Palestine and Egypte compared. June 1927. — Minist. of Agr. Egypte Bull. No. 82. Cairo. 1929.

Merkenschlager, F., Aus der Keuperbucht (Geschichte eines fränkischen Dorfes). Nürnberg, Verlag Korn u. Berg.

Merkenschlager, F., Zur Biologie der Kartoffel. II. Mittlg. Zur Pathologie der Blattrollkrankheit. Unter Mitwirkung von M. Klinkowski. — Arb. Biol. R. A. XVII. Bd. 1929.

Mexiko. — Boletin Mensual. Organo de la Oficina para la Defensa Agricola. An. III. Tomo III. No. 1—4. San Jacinto 1929.

Mexico. — Boletin Mensual. Organo de la Cficina para la Defensa Agricola. — An. III. No. 5—8. 1929.

Mikroskopie für Naturfreunde. VIII. Bd. Heft 1, 1930. Verlag Hugo Bermühler, Berlin-Lichterfelde.

Mississippi. — The Quarterly Bulletin of the State Plant Board of Mississippi. Vol. 9, 1929, No. 2 u. 3.

Morgenthaler, O., Problèmes de l'Acarinose des abeilles. — Bull. Soc. Rom. Apioult. Lausanne 1928.

Morgenthaler, O., Eine neue Pilzkrankheit der Bienenlarven. — Schweiz. Bienenztg. 1927.

Morgenthaler, O., Bienenrasse und Bienenkrankheiten. — Schweiz. Bienenztg. 1927.

Morgenthaler, O., Bienenkrankheiten im Jahre 1928. Schweiz. Bienenztg. 1928.

Morgenthaler, O., General-Register für die Schweizerische Bienenzeitung. 1863—1927. — Aarau 1930 (171 Seiten).

Morgenthaler, O., Heilmittelversuche bei der Milbenkrankheit. Überraschend günstige Ergebnisse. — Schweiz. Bienenztg. 1929.

Müller, K., Wissenschaftliche Abteilung der Offenbacher Weinbauausstellung. — Weinbau u. Kellerwirtsch. 8. 1929.

Müller, K., IX. Jahresbericht des Badischen Weinbauinstitutes in Freiburg i/Br. 1929.

Müller, K., Vorschläge zur Hebung des badischen Weinbaus. — Weinbau u. Kellerw. 1929.

Müller, K., Zur Weinbergsdüngung. — Freiburg 1930.

Munro, J. W., and **Thomson, W. S.**, Report on Insect Infestation of stored Cacao. Mit 4 Tafeln (2 koloriert). London 1929.

Nabours, Robert K., The Genetics of *Tettigidae* (Grouse Locusts). — Bibl. genet. The Hague 1929. (Mit 2 kolorierten Doppeltafeln.) Preis Fl. 4,40.

New Jersey. — Report of the Department of Entomology of the New Jersey Agricultural Experiment Stations. By Thomas J. Headlee. New Brunswick 1929.

Nosemakrankheit. — Verhandlungen der Schweizerischen Fach-Kommission zum Studium der Nosemakrankheit der Bienen. Landw. Jahrb. der Schweiz 1928.

Nurnberg, Mar., Die geographische Verbreitung der Scolytoidea in Polen. Mit 2 Karten. — Kraków 1928. (Polnisch mit deutschem Resumé.)

Nurnberg, Mar., Ipidologische Notizen aus den Gorgany (Ost-Karpathen). — Bull. Ent. Pologne VI. 1927. — (Polnisch mit deutschem Resumé.)

Nurnberg, Mar., Biologische Beobachtungen über Borkenkäfer. — Bull. Ac. Pol. Sc. et Lettres 1928.

Nurnberg, Mar., Das schädliche Auftreten des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) in der Gegend von Bochnia. — Lwów 1929. (Polnisch mit deutschem Resumé.)

Nurnberg, Mar., Beitrag zur Kenntnis der Biologie der Borken- und Splintkäfer (Ipidae u. Scolytidae). — Lwów 1929. (Polnisch mit deutschem Resumé.)

Nurnberg, Mar., Die Morphologie der Larven- und Imaginalwerkzeuge der Borkenkäfer. Mit 3 Tafeln. — Bull. Ent. Pologne. T. VII. Lwów 1929.

Pjatakova, V. L, Flea-beetles. — Ebenda No. 11.

Pax, F., und **Arndt, W.**, Die Rohstoffe des Tierreichs, 2. Lieferung, enthaltend Bd. II, Bog. 11—25. — Berlin, Gebr. Bornträger, 1929. — Preis Rm. 18,—.

Polozhentzev, P., Zur Biologie von *Spondylis buprestoides* L. (russ.). — Rev. russe d'entom. XXIII, 1929.

Pustet, A., Einige Versuche zur Bekämpfung von Speicherschädlingen mit Areginal. — Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. V. Heft 6.

Pustet, A., Die Krähenfrage in Bayern. — Prakt. Bl. für Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. VI. 1929.

Quantz, B., Die Ansiedlung von Höhlenbrütern im Gemäuer aller Art. — Die gefied. Welt. 1929.

Ratschläge für Haus, Garten, Feld. Herausgegeben von Dr. **H. W. Frickhinger.** 5. Jahrgang Nr. 1 u. 2. Leverkusen 1930.

Reichart, Hel., Untersuchungen über den Genitalapparat der Asiliden. — Z. f. wiss. Zool. 135. Bd. 1929.

Reinmuth, Ernst, Die Kartoffelnematode (Heterodera Schachtii Schm.). — Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz 1929.

Rimsky-Korsakow, M. H., Beschädigungen der Bäume und Sträucher in den Parkanlagen des Leningrader Forstinstitutes. — Mitt. Leningr. Forstinst. XXXVII. 1929.

Roark, R. C., Review of United States Patents relating to pest control. — U. S. Depart. Agr. Bur. of Chemistry and soils. Vol. 2. No. 4—12, 1929.

Rubner, Konrad, Die Ziele der mitteleuropäischen Forstwirtschaft. — Act. Forest. Fennica 34. Helsinski 1929.

Rubner, Konrad, Bodenvegetation und Höhenbonität im Lehr- und Versuchsrevier Grafrath. — Forstw. Centralbl. 1929.

Santschi, F., Etude sur les *Cataglyphis*. — Rev. suisse de Zool. T. 36. 1929.

Santschi, F., Quelques nids de fourmis du museum de Paris. — An. Sc. Nat. (Zool.) 1928.

Santschi, F., Révision du genre *Holcoponera* Mayr. — Zool. Anz. 1929.

Santschi, F., Fourmis du Maroc, d'Algerie et de Tunisie. — An. et Bull. Soc. Entom. Belgique. LXIX. 1929.

Schaffnit, E., u. **Weber, H.**, Versuche zur Bekämpfung des Wurzelälchens (*Heterodera radicola*). Anz. f. Schädl. 1929.

Schimitschek, Erwin, Waldhygienische Beobachtungen anläßlich der Schweizer Lehrwanderungen des Österreichischen Reichsforstvereins 1929. — Österr. Vierteljahrsschr. f. Forstw. 1929. IV.

Schimitschek, Erwin, Zur Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft von *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* F. — Centrlbl. f. d. ges. Forstw. 1929. Heft 12.

Schimitschek, Erwin, Das Auftreten des Weidenspinners *Stilpnotia salicis* L. in der Umgebung von Wien 1926 u. 1927. — Centr. f. d. ges. Forstw. 1930. Heft 1.

Schneider-Orelli, O., **Schaeffer, C.** und **Wiesmann, R.**, Untersuchungen über die Weißtannenlaus *Dreyfusia nüsslini* C. B. in der Schweiz. — Mitt. schweiz. Centralanst. forst. Versuchsw. XV. Heft 2. Zürich 1929. (50 Seiten mit 32 Abb.)

Schwartz, M., Was ist angewandte Entomologie? — 3. Wanderv. Deutscher Entom. in Gießen 1929.

Schentzow, B. M., and **Adowa, A. N.**, Die Chemie und Biologie des Wassers der Lehmgruben und die Verteilung der Larven von *Anopheles maculipennis* in ihnen. — Arch. f. Hydrobiologie. Bd. XX.

Seidel, Friedr., Untersuchungen über das Bildungsprinzip der Keimanlage im Ei der Libelle *Platycnemis pennipes* I—V. — Arch. Entw. Mech. Abt. D. 119. Bd. 1929.

Seidel, Friedr., Die Determinierung der Keimanlage bei Insekten III. — Biol. Zentralbl. Bd. 49. 1929.

Seiler, J., Ergebnisse aus der Kreuzung parthenogenetischer und zweigeschlechtlicher Schmetterlinge. I. Die Keimdrüsen der intersexen F_1-Raupen. — Arch. Entwicklungsmech. 119. Abt. D. 1929.

Severin, Heney H. P., Yellows Disease of Celery, Lettuce and other Plants, transmitted by *Cicadula sexnotata* (Fall.). — „Hilgardra" Vol. 3. No. 18. Berkeley (Calif). 1929.

Severin, Heney H. P., Curly top symptoms on the sugar beet. — Agr. Exp. Stat. Univ. California. Bull. 465. 1929.

Silvestri, Fil., Il Ceroplaste (o cocciniglia) del fico. — R. Lab. Ent. Agr. Portici. Circ. No. 4. 1927.

Sitowski, Ludw., Do Biologji Pasorzytów Borecznika (*Lophyrus* Latr.). (Zur Biologie der *Lophyrus*-Parasiten). — Poznán 1929.

Skwarra, F., Formica *fusca-picea* Nyl. als Moorameise. — Zool. Anz. 1929.

Smorodinzew, I. A., Sebenzow, B. M., et **Adowa, A. N.**, Les Variations de la réaction des recherches sur la biologie des Anophèles. — C. r. sc. d. l. Soc. de biol. 1928.

Smorodinzew, J. A., et **Adowa, A. N.**, Le fer dans les eaux des terrains tourbeux. — Lerv. Chimie Inst. Trop. Moscou 1929.

Smorodinzew, J. A., et **Adowa, A. N.**, Variations de la conductibilites electrique des eaux de réservoirs artificiels dans l'étude de l'écologie des larves d'*Anopheles*. — C. r. sc. Soc. de biologie 1929.

Smorodinzew, J. A., Adowa, A. N., et **Ravitsch-Schtscherbo, M. L.**, Die physikochemische Charakteristik der Torfgewässer in bezug auf *Anopheles*-Brutstätten. — Zeitschr. f. Desinfekt. 1929.

Snyder, Thos. E., Termites-Destoyers of Wood and Man's Fight against them. — Am. Wood-Preservers Assoc. Meeting 1929.

Speszivtseff, Paul, Zur Morphologie der schwedischen *Pityophthorus*-Arten. — Ent. Tidskr. 1929.

Speyer, W., Die Embryonalentwicklung und das Ausschlüpfen der Junglarve von **Psylla mali** Schm. — Zeitschr. f. Ins.-Biol. Bd. XXIV. 1929.

Speyer, W., Die klimatischen und parasitären Faktoren im Ursachenkomplex der Obst-Fehlernten an der Niederelbe. — Arb. Biol. Reichsanst. Berlin. 17. Bd. 1929.

Sprengel, L., Zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Anz. f. Schädl. 1929.

Sprengel, L., Über die Lebensgeschichte der Pflaumensägewespe und Versuche zu ihrer Bekämpfung. — Der Obst- u. Gemüsebau.

Sprengel, L., Die Bekämpfung der Pflaumensägewespe. — Winzer u. Bauer 1929.

Sprengel, L., Studien über die Eiablage des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hbn.) innerhalb eines Massenfluges. — Verh. D. Ges. f. ang Ent. Berlin 1929.

Stach, Jan, Apsterygoten aus dem nördlichen und östlichen Spanien. Gesammelt von Dr. F. Haas in den Jahren 1914—1919. — Abh. Senkenb. Nat. Ges. Bd. 42. Frankfurt a. M. 1930. (82 S. in 4.)

Stäger, Rob., *Aleurodes chelidonii* Latr., Die Mottenlaus am Schöllkraut. — Soc. entom. 1929.

Stäger, Rob., *Tetramorium caespitum* als Ernteameise. — Zool. Anz. Bd. 83. H. 9/10. 1929.

Stäger, Rob., Die Geschichte einer Koloniegründung durch *Formica fusca* L. an der Baumgrenze. Zool. Anz. (Festband) 1929.

Stäger, Rob., Die Verbreitung der Samen von *Trifolium Thalii* durch Ameisen in den alpinen Stufen. Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXXVIII. 1929.

Stäger, Rob, Weitere Beiträge zur Biologie mediterraner Ameisen. — Zeitschr. Morph. u. Ökol. d. Tiere. 15. Bd. 1929.

Stäger, Rob., Die samensammelnden Ameisen und das Ernährungsproblem. Zeitschr. f. w. Ins.-Biol. Bd. XXIV. 1929.

Stäger, Rob., Warum werden gewisse Insekten von den Ameisen nicht verzehrt? — Ebenda.

Stellwaag, Fr., Epidemiologisch-Statist. Untersuchungen für eine rationelle Schädlingsbekämpfung, durchgeführt an den Traubenwicklern. — Anz. f. Schädl. IV. 1928.

Stellwaag, Fr., Die Zukunft der Schädlingsbekämpfung im Weinbau. Neustadt 1928.

Stellwaag, Fr., Organisation zur Bekämpfung der Pflaumensägewespe. — Winzer u. Bauer 1929. No. 4.

Stellwaag, Fr., Giftigkeit und Giftwert der Insecticide. I. Teil. Anz. f. Schädl. V. 1929.

Stempell, W., Nachweis der von frischem Zwiebelsohlenbrei ausgesandten Strahlen durch Störung der Liesegangschen Ringbildung. — Biol. Centrlbl. Bd. 49. 1929.

Steiner, A., Die Temperaturregulierung im Nest der Feldwespe (*Pollistes gallica var. biglumis* L.). Zeitschr. f. vergl. Physiol. 11. Bd. 3. Heft. 1930.

Stiles, C. W. and **Hassall, Albert**, Key-Catalogue of Parasites reported for Primates (Monkeys and Lemnes) with their possible public Health Importance. — N. S. Treas. Dep. Hydienic Labor. Bull. No. 152. Washington 1920.

Stiles, C. W. and **Nolan Marb. Orl.**, Key-Catalogue of Primates for which Parasites are reported. — Ebenda.

Strebel, Otto, Biologische und physiologische Untersuchungen an *Hygogastrura purpurascens* und *Sminthurus niger* (Apt. Cole.). — Zool. Anz. 1929. (Bd. 84.)

Strebel, Otto, Biologische Studien an einheimischen Collembolen. I. Putzbewegungen. II. Ernährung und Geschmacksinn bei *Hygograstrura purpurascens* Lubb. — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. XXII u. XXIII. (1927 u. 1928.)

Study, E., Neuere Angriffe auf die Selektionstheorie. — Arch. Rassen- und Gesellschaftsbiologie. Bd. 22. 1939.

Tänzer, E., Seidenraupenzucht. — Jahrb. f. Tierzucht. 1929.

Takahashi, R., Coccidae associated with the ant *Cremastogaster rogenhoferi* Mayr in Formosa. — Proc. Nat. Hist. Soc. Fukien Christ. Univers. Vol. II. June 1929.

Takahashi, R., Notes on some Formosan Aphididae (2). — Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa IX. no 102. 1929.

Takahashi, R., Aphididae and Coccidae of the Pescadores. — Ebenda.

Takahashi, R., Notes on some Formosan Aphididae. — Ebenda.

Thiem, H., Die Wirtschaftsbiologie. — Beiheft z. d. Naturw. Monatsheften. Leipzig 1928.

Thomsen, M., Zur Biologie der *Hoplocampa testudinea* Kl. — Anz. f. Schädl. 1929.

Thomsen, M., On the development of Economic Entomology in Denmark. — Yearb. Royal Veter. and Agrar. Collge. Copenhagen 1929.

Trägardh, Ivar, Om Tallbocken och dess Bekämpande on the injury of the pine-sawyer (*Monochamus sutor* L.) and its prevention. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte 25, No. 4. 1929.

Trägardh, Ivar, Methods of investigating the Fauna of tree-stumps. — Bull. Ent. Res. XX. 1929.

Tuxen, S. L., Über die dänischen Machiliden. — Ent. Medd. 16. Bd. 1929.

Uvarov, B. P., Insect Nutrition and Metabolism. A Summery of the Literature. — Transactions of the Ent. Soc. of London. 1928.

Uvarov, B. P., Weather and Climate in their relation to Insects. — Conf. Emp. Meteorol. London 1929.

Vietinghoff, A. von, Aus der Wirtschafts- und Bestandsgeschichte eines Oberlausitzer Kiefernrevieres. — Thar. Forstl. Jahrb. 80. Bd. 1929. (67 Seit.)

Vos, H. C. C. A. A., De invloved van *Pseudococcus Citri* (Risso) Fern. op de Plant. (Proefschrift). — Baarn 1930. (81 Seit., 38 Fig., 3 Taf.)

Weber, Herm., Zur Analyse der Schreckstellung der Raupe von *Stauropus fagi*. — Zeitshr. f. vergl. Physiol. 1926.

Weber, Herm., Das Problem der Gliederung des Insektenthorax. 4. u. 5. Mitteilung. — Zool. Anz. 1927.

Weber, Herm., Die Gliederung der Sternalregion des Tenthredinidenthorax. — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1927.

Weber, Herm., Das Problem der Gliederung des Insektenthorax. 2. u. 3. Mitteilung. — Zool. Anz. LXIV.

Weber, Herm., Hemiptera 1. — Biologie der Tiere Deutschlands, herausgegeben von P. Schulze. Berlin 1929.

Wellenstein, Gust., Die Ameisen-Kolonie. Neue Beobachtungen von Ameisen. — D. Umschau 1929. Heft 38.

Wheeler, W. M., Present Tendencies in Biological Theory. — The Scient. Monthly. Feb. 1929.

Wheeler, W. M., A Camponotus mermithergate from Argentina. — Psyche XXXVI. 1929.

Wheeler, W. M., The identity of the ant genera *Gesomyrmex* Mayr and *Dimorphomyrmex* E. André. — Ebenda.

Wheeler, W. M., The ant genus *Rhopalomastix*. — Ebenda.

Wheeler, W. M., and **Bequaert, J. C.**, Amazonian Myrmecophytes an their Ants. — Zool. Anz. 1929.

Wille, Joh., Die Blattschneiderameisen Südbrasiliens und Versuche zu ihrer Bekämpfung. Tropenpflanzer 1929.

Wolgum, R. S., Handbook of Citrus Insect Control for 1929. The mediteranean Fruit Fly. Mit 4 Tafeln, darunter 2 kolor. — Los Angeles 1929.

Woroniecka-Siemaszkowa, Jan., *Agrotis ypsilon* Rott. as an agricultural pest in Poland. — Bull. Ent. Pol. T. VII. 1928. (Polnisch mit engl. Resumé.)

Woroniecka-Simaszkowa, Jan., Observations on the pests of cultivated plants, performed in the surroundings of Pulawy and Lublin in 1928. — Mém. Inst. Nat. Pol. d'économic rurale à Pulawy. T. IX. 2. 1928.

Zattler, Fritz, Bekämpfungsversuche gegen Erdflöhe, Wanzen und rote Spinnmilben des Hopfens im Jahre 1929. — Mitt. d. Deutsch. Hopfenbauverbandes. 1930. Nr. 1.

Zimmermann, H., Pflanzenschutzdienst in Mecklenburg 1928/1929. — Rostock 1929.

Zolk, K., Naerimardika (*Phaedon cochleariae* Fbr.) tõrje arseentolmudega. Zur Bekämpfung des Meerrettich-Blattkäfers (*Phaedon cochl.*) mit Arsenstäubemitteln. — Tartus 1929.

Zweigelt, F., Gallenbildung und Spezialisation. — Verh. d. D. Ges. f. ang. Ent. in München. Berlin 1929.

Zweigelt, Fritz, Direktor Andrej Žmavc. — „Das Weinland". Nr. 12. 1929.

Zwölfer, W., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.) in Süddeutschland. II. Teil. — Arb. d. Biol. Reichsanstalt. XVII. Heft 6.

Band XVI, Heft 3.

Originalaufsätze.

Über die Grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäten.*)

Von

F. S. Bodenheimer,
Hebrew University, Jerusalem.

(Mit 5 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite
1. Über die Körperwärme der Insekten und ihre allgemeine Bedeutung 433
2. Über die Entwicklungsdauer der Insekten und das Entwicklungspotential . . . 435
3. Über die Klimaabhängigkeit der Sterblichkeit 439
4. Die Grundlagen der allgemeinen Epidemiologie 443
5. Verschiedene Schlußfolgerungen der dargelegten Prinzipien 446
   a) Betreffend tiergeographische Verhältnisse 446
   b) Betreffend die sozialen Insekten 447
   c) Betreffend die biologische Bekämpfung 448

1. Über die Körperwärme der Insekten und ihre allgemeine Bedeutung.

Alle Insekten sind primär wechselwarm. Auch gleichwarme Tiere hängen stark von der Außenwärme ab, wie z. B. aus den lehrreichen Untersuchungen Huntingtons[1]) über die Beziehungen zwischen Klima und Kultur hervorgeht, aber die Beziehungen sind oft kompliziert und nicht immer leicht erkennbar. Anders bei den Poikilothermen. Hier hängen fast alle Vorgänge direkt von der Außenwärme ab. Deshalb können wir die klimatischen Abhängigkeiten bei Insekten oft kurvenmäßig erfassen und dadurch eine sichere Basis zur Prognose legen.

*) Bei der allgemeinen Bedeutung, die den Untersuchungsergebnissen Bodenheimers und seiner Schule zukommt, hat der Herausgeber den Verfasser gebeten, eine Zusammenfassung seiner bisherigen Resultate zu geben.

Der Wärmeausgleich erfolgt bei den Insekten nach der Newtonschen Formel für unbelebte Substanzen. Biologische Regulationen des Wärmeausgleiches, welche größere Temperaturdifferenzen hervorrufen, kamen nicht zur Beobachtung.[2]) Die von Necheles[3]) behauptete Wärmeregulation durch plötzliche Wärmeabgabe ließ sich experimentell nicht bestätigen, wohl aber kleinere Regulationen von $\pm 1^{0}$ C, wie sie von Pirsch und Himmer[4]) z. B. an Bienen beobachtet worden.

Aktive Wärmeproduktion z. B. durch Muskelbewegung vermag eine starke Erhöhung der Körperwärme hervorzurufen (Bachmetjev), welche bei vielen Hymenopteren (Bienen, Wespen) zur Erzeugung konstanter Bruttemperatur und zur Aufrechterhaltung einer Mindesttemperatur im Winter ausgenutzt wird. Solche Erscheinung benennt Himmer Heterothermie (hierher auch der Winterschlaf der Säugetiere). „Heterotherme Tiere sind Tiere, deren Körpertemperatur bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Es besteht eine Art Wärmeregulationsvermögen, wobei die erzielte Eigentemperatur, je nach Umständen und Bedarf, verschiedene Höhe haben kann."

Erst kürzlich gelang es mir, noch eine weitere Gruppe von Erscheinungen festzustellen, bei der große Schwankungen und Regulationen der Körperwärme nicht durch Wärmeproduktion und innerregulatorische Vorgänge eintreten, sondern lediglich durch eine geschickte Ausnutzung äußerer Wärmequellen (besonders der strahlenden Sonne). So erhält sich bei der afrikanischen Wanderheuschrecke *Schistocerca gregaria* die Körpertemperatur während der Tagesaktivität mehr oder weniger konstant auf ca. 40^{0} C. Am Morgen wird die Breitseite den Strahlen zugekehrt, um möglichst viele Wärmestrahlen zu absorbieren, am Mittag hingegen die denkbar kleinste Fläche, um eine möglichst geringe Aufnahmefläche zu bieten. Experimente bestätigten, daß diese Stellungen wärmeregulatorische Bedeutung für die Heuschrecken haben.[5]) Hierher fällt auch die Wärmeregulation bei Ameisen. Für solche Vorgänge schlage ich den Namen Pseudoheterothermie vor.

Wir haben die Erscheinungen der Heterothermie und der Pseudoheterothermie hier erwähnt, um darzutun, daß keineswegs die Außentemperatur immer mit der Körpertemperatur gleichgesetzt werden darf. Auch der Begriff der Außentemperatur bedarf noch einer Erläuterung. Keineswegs deckt sich die Durchschnittstemperatur eines Ortes ohne weiteres mit den Temperaturbedingungen, unter denen die Fauna dieses Ortes lebt. Das Mikroklima der verschiedenen Örtlichkeiten auch des kleinsten Biotops ist unendlich variabel. Als Beispiel mögen einige Ablesungen auf etwa 200 qm während eines Sommertages bei Jerusalem dienen. (13. VIII. 1929.)

Temperatur in °C von

Zeit	Luft		Boden		Fels		Strauch		Mäuseloch
	Sonne	Schatten	Sonne	Schatten	Sonne	Schatten	Sonne	Schatten	12 cm tief
5^{00} . .	—	19,0	—	18,5	—	19,0	—	18,6	23,9
6^{30} . .	23.2	21.3	27.8	21.9	21,5	20,1	23,7	21,1	24,3
9^{30} . .	35,5	32,0	43,0	27,9	36,9	25,1	33,5	29,3	26,5
13^{10} . .	37,5	31,5	55,0	33,3	43,8	40,8	34,8	32,2	28,6
16^{00} . .	30,0	27,2	40,0	27,5	32,6	36,0	28,3	27,0	28,5
20^{10} . .	—	20,3	—	20,6	—	25,1	—	20,4	26,1
Größte Differenz	18,5	13,0	36.5	14.8	24,8	11,8	16,2	13,6	4,7° C

Ohne auf eine Besprechung von Einzelheiten hier einzugehen, erläutert diese Liste die Bedeutung der mikroklimatischen Forschung zur Genüge. Nicht das Durchschnittsklima, sondern das Mikroklima bietet die Grundlage für ökologische und epidemiologische Forschungen.

Die Abhängigkeit der Lebensvorgänge wechselwarmer Tiere von klimatischen Faktoren ist vielfach erforscht: Aktivität, Vorzugstemperatur, Entwicklungsgeschwindigkeit, Mortalität seien hier in erster Reihe erwähnt.

2. Über die Entwicklungsdauer der Insekten und das Entwicklungspotential.

Schon seit langem ist die Tatsache bekannt, daß die Entwicklungsdauer von Insekten in erster Linie von der Außentemperatur abhängig ist. In einer früheren Arbeit[6]) wurde dargelegt, daß die älteren Formeln dieser Abhängigkeit, wie Wärmesummenregel und van't Hoffsche Regel, in jeder Weise unzulänglich sind. Blunck[7]) hat dann am klarsten eine verbesserte Wärmesummenregel herausgearbeitet, die mit den Ergebnissen der Arbeiten von Hunter und Pierce sowie von Sanderson und Pearis aufs beste übereinstimmte.

Blunck geht von der Anschauung aus, daß die Entwicklung jeder Art bei einem gewissen Kältegrad aufhört, den er den Entwicklungsnullpunkt nennt. Alle Wärmegrade oberhalb dieses Entwicklungsnullpunktes sind effektive Wärmegrade und nur diese werden als die maßgebende Entwicklungswärme betrachtet. Die effektive Wärme erhält man durch Subtraktion des Entwicklungsnullpunktes von der absoluten Außenwärme. Beträgt also die Außenwärme 20° C, der Entwicklungsnullpunkt der betreffenden Art 12° C, so ist die effektive Wärme $20^{\circ} - 12^{\circ} = 8^{\circ}$ C. Das Produkt aus effektiver Temperatur und Entwicklungsdauer ist aber konstant und die mathematische Darstellung dieser Abhängigkeit entspricht einer gleichseitigen Hyperbel von der Formel:

Entwicklungsdauer (Außentemperatur — Entwicklungsnullpunkt) = konstant.

Die Kurve kann gezeichnet werden, wenn die Entwicklungsdauer bei zwei verschiedenen, im Rahmen der biologischen Grenzen liegenden Temperaturen bekannt ist. Inwieweit diese Anschauung mit experimentellen Ergebnissen übereinstimmt, veranschaulicht Abbildung 1. Die Hemerobiide *Sympherobius amicus* Nav. ist hier in der Temperaturabhängigkeit ihrer Entwicklung in Palästina auf Grund von mehr als 400 Einzelzuchten dargestellt.[8]) Die Querstriche bedeuten dabei die individuelle beobachtete Variationsbreite. Die theoretisch errechnete Generationenzahl stimmt äußerst gut mit der tatsächlich beobachteten überein.

Auf Grund dieser Übereinstimmung versuchte ich bereits vor Jahren an Hand der Temperaturentwicklungskurve für verschiedene Schädlinge

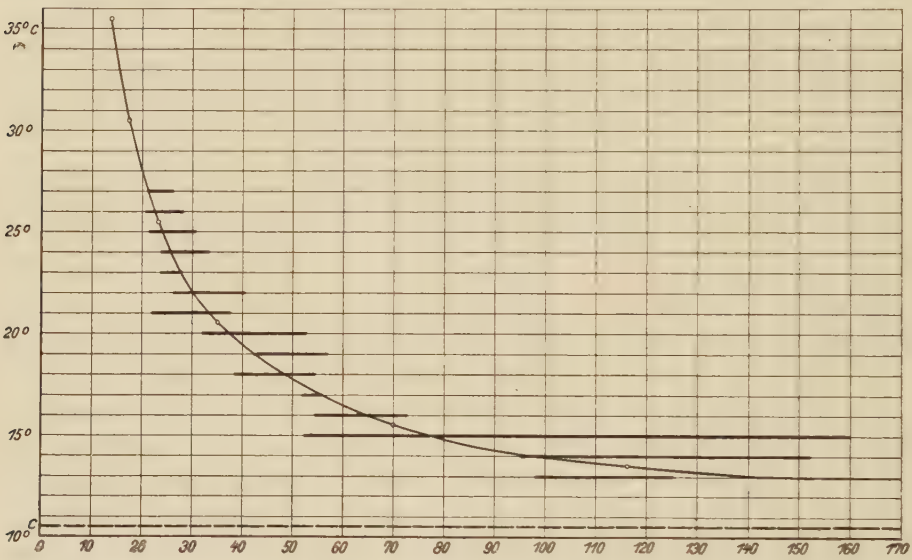


Abb. 1. Temperaturentwicklungskurve von *Sympherobius amicus* Nav. (Nach Bodenheimer u. Guttfeld.)

von weiter Verbreitung an einigen Orten mit bekanntem Durchschnittsklima theoretisch die Lebensgeschichte zu berechnen. Derartige Weltkarten haben in vielen Fällen eine gute Übereinstimmung mit den empirisch beobachteten Lebensgeschichten ergeben.

Die wichtigsten Fehlerquellen, auf die wir hier nur kurz und allgemein hinweisen können und welche der Fachmann stets jeweils an Ort und Stelle festzustellen hat, sind:

1. Schädliche Wärmegrade. Oberhalb eines bestimmten Grades verkürzt sich die Entwicklungsdauer nicht mehr, sondern verlängert sich wieder. Das ist ein Zeichen von Wärmeschädigung, die sich auch bei kurzer Einwirkungsdauer noch bemerkbar macht.
2. Die mikroklimatischen Verhältnisse. In sehr vielen Fällen wird sich das Mikroklima eines Biotops keineswegs mit dem Durchschnitts-

klima der Gegend decken. Hierher gehören auch die eingangs erwähnten Fälle von Heterothermie und Pseudoheterothermie.

3. Nahrungsverhältnisse. Zahlreiche Insekten entwickeln sich in verschiedenen Medien verschieden rasch. Sogar verschiedene Rassen einer Kulturpflanze können schon entscheidende Verzögerungen aufweisen. Ebenfalls ist über- oder unteroptimale Nahrungsmenge von Bedeutung. Im biologischen Sinne ausschlaggebend ist oft das Fehlen geeigneter Nahrung zu Zeiten, in denen die reinen Temperaturverhältnisse eine Entwicklung gestatten (z. B. das Fehlen von Oliven im Frühjahr im Mittelmeergebiet).
4. Konstitutionelle Besonderheiten der betreffenden Insektenart. Wir wissen, daß nicht bei allen Insekten die Entwicklung von der dargebotenen Wärme abhängig ist. Viele Insekten haben nur eine Generation im Jahr, trotzdem ihnen genügend Wärme zur Entwicklung einer oder mehrerer weiterer Generationen zur Verfügung steht. Übergänge sind bekannt, so besonders das schöne Beispiel von *Deilephila euphorbiae* bei Lemberg[9]), bei dem einige Individuen in einem warmen Herbst schlüpfen und sich fortpflanzen, während die Mehrzahl unter allen Umständen bis zum nächsten Frühjahr im Puppenstadium verbleibt. Die Gewalt der äußeren klimatischen Bedingungen hat hier diese Entwicklungshemmungen erzwungen. Im allgemeinen scheinen solche Entwicklungshemmungen mit Störungen des Unratstoffwechsels im Zusammenhang zu stehen und die Diapause dient zur langsameren Ausscheidung der angesammelten Stoffwechselprodukte.
5. Extreme Grade von Luftfeuchtigkeit können gleichfalls von Bedeutung werden.

Besondere Verdienste um die mathematische Behandlung der entwicklungs-physiologischen Probleme hat sich in den letzten Jahren E. Janisch[10])[11])[12]) erworben. Er wies nach, daß auch die damals gerade entwickelte verbesserte Wärmesummenregel den theoretischen Anforderungen nicht entspreche. Hingegen bieten die Exponentialfunktionen eine ausreichende mathematische Behandlungsbasis.

Eine solche typische Kurve soll hier entwickelt werden. Sie hat die Formel für die Entwicklungsdauer:

$$\frac{1}{y} = \frac{m}{2}\left(a - \frac{1}{x} - a^x\right)$$

und die reziproke Formel für die Entwicklungsgeschwindigkeit:

$$y = \frac{m}{2}\left(a - \frac{1}{x} - a^x\right)$$

und entspricht dem Entwicklungsschema für Motteneier usw. (s. Abb. 2).

Martini[13]) hat kürzlich die Janischschen Arbeiten einer ausführlichen Besprechung unterzogen. Meines Erachtens wendet er sich zu Un-

recht gegen den weiten Geltungsbereich der Exponentialfunktionen. Bereits mein kürzlich verstorbener Lehrer, der bekannte Physiologe A. Puetter, der selbst sehr viel auf dem Gebiet der Ableitung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten bei Lebewesen gearbeitet hat, pflegte uns darauf aufmerksam zu machen, daß alle bisher in der allgemeinen und vergleichenden Physiologie bekannten Gesetzmäßigkeiten Exponentialfunktionen seien. So sehr ich die grundsätzliche Bedeutung der Exponentialfunktion anzuerkennen geneigt bin, so sehr muß ich die praktischen Bedenken Martinis unterstreichen.

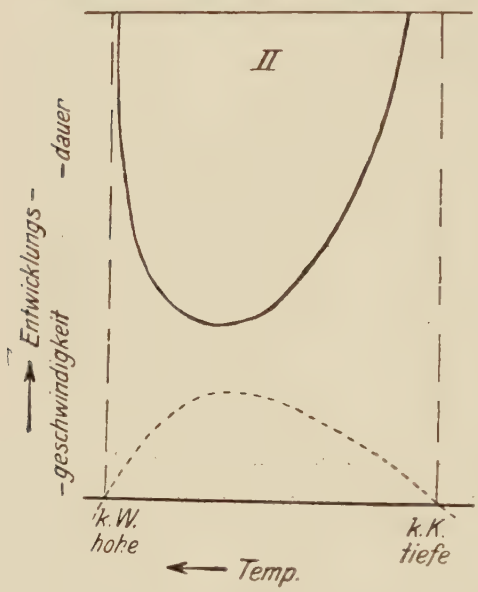


Abb. 2. Wärmeexponentialfunktion der Entwicklungsdauer. (Nach Janisch, 1928.)

Zunächst möchte ich bemerken, daß eine spiegelbildliche Verkürzung der Entwicklungsdauer bei Kältegraden unterhalb eines gewissen Punktes vorläufig völlig unerwiesen ist.

Die Konstruktion einer Exponentialkurve ist erst möglich, wenn eine Anzahl Daten in der Umgebung eines Maximum- oder Minimumpunktes experimentell ermittelt worden sind. Da gerade in diesen Punkten die individuelle Variation stark zum Ausdruck kommt, besitzen diese Daten nur Wert, wenn sie an genügend großem Material ermittelt worden sind. Die Konstruktion der für epidemiologische Zwecke völlig ausreichenden Hyperbel ist hingegen schon mit wenigen zuverlässigen Ausgangsdaten möglich, die beliebig innerhalb des normalen biologischen Wärmebereiches liegen.

Endlich gestatten die Exponentialformeln eine solche Proteus-artige Gestaltung des Kurvenverlaufes, daß wir erst nach Bearbeitung zahlreichen Tatsachenmaterials an die Erfassung synthetischer Gesetzmäßigkeiten gehen dürfen. Die Wandlungen der Janischschen Kurven von Arbeit zu Arbeit zeigen zur Genüge, daß die Zeit zur Bearbeitung dieser letzten theoretischen Möglichkeiten noch nicht gekommen ist.

Wir begnügen uns daher vorläufig in der epidemiologischen Praxis mit der Hyperbel als Ausdruck der Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer. Sie gestattet unter Berücksichtigung der begrenzenden Faktoren die Berechnung der Lebensgeschichte eines Insekts, dessen allgemeine Temperaturentwicklungskurve uns bekannt ist, für jeden Ort mit bekanntem Klima mit hinlänglicher Genauigkeit.

Kennen wir aber die Eizahl eines Insekts, die ja in gewissem Umfang auch ihrerseits wieder mit der Außentemperatur variiert, und seine Generationenzahl, so kennen wir auch sein Entwicklungspotential für den betreffenden Ort. So beträgt z. B. das Entwicklungspotential für den Weinschwärmer *Chaerocampa celerio* L.[14]) an verschiedenen Orten:

Ort	Errechnete Generationenzahl	Entwicklungspotential von 5 Männchen und 5 Weibchen im Verlaufe eines Jahres
London	—	—
Berlin	—	—
Paris	—	—
Nizza	2	6 250
Rom	3	156 250
Neapel	3	156 250
Jaffa	4	3 906 250
Jerusalem	3	156 250
Tiberias	7	61 035 156 230
Alexandria	5	97 656 250
Cairo	6	2 441 406 250
Sierra Leone	10	953 774 316 406 250
Kapstadt, S.-Afrika	2	6 250
Wellington, S.-Afrika	2	6 250
Calcutta, Indien	9	38 150 972 656 250
Sidney, N. S. W.	3	156 250
Coolgardie, W. A.	4	3 906 250
Honolulu, Hawai	8	1 525 878 906 250
Los Angeles, Kalifornien	1—2	6 250—156 250
Fresno, Kalifornien	4	3 906 250

Dieses Entwicklungspotential, die maximale Vermehrungspotenz einer Ausgangspopulation im Jahresverlaufe ist aber der Ausgangspunkt jeder epidemiologischen Betrachtung.

Normalerweise können 95—99,99% der Jahresproduktion einer Insektenart vernichtet werden, ohne daß die Ausgangspopulation sich verändert. Im Gegenteil würde eine wesentlich geringere Sterblichkeit oder Vernichtungsziffer eine Massenvermehrung der Art in großem Ausmaße zur Folge haben. Welche Faktoren regulieren diese Sterblichkeit? Dies zu ermitteln, ist die Aufgabe der Epidemiologie.

3. Über die Klimaabhängigkeit der Sterblichkeit.

Während die Vorstellung vom Kampf ums Dasein, vom Kampfe um die Nahrung, vom Gleichgewicht in der Natur und der Regulierung der „normalen" Individuenanzahl einer Insektenart durch ihre Parasiten die vorige Generation beherrschte, tritt während der letzten Jahre mehr

und mehr die Erkenntnis von der Bedeutung der abiotischen, in erster Linie der klimatischen Faktoren für die Regulierung der Individuenzahl einer Insektenart in den Vordergrund.

Im Verlaufe der letzten Jahre kam Janisch für die Temperaturabhängigkeit der Sterblichkeit zu einer Kurve, welche wir nebenstehend abbilden. Innerhalb einer vitalen Zone deckt sich deren Verlauf hinlänglich gut mit dem einer Hyperbel. Der schroffe Kurvenabfall außerhalb der vitalen Zone entspricht der Lebensverkürzung bei hohen und tiefen Temperaturen. So bietet diese Kurve ein gutes Symbol der Temperaturfunktion der Lebensdauer.

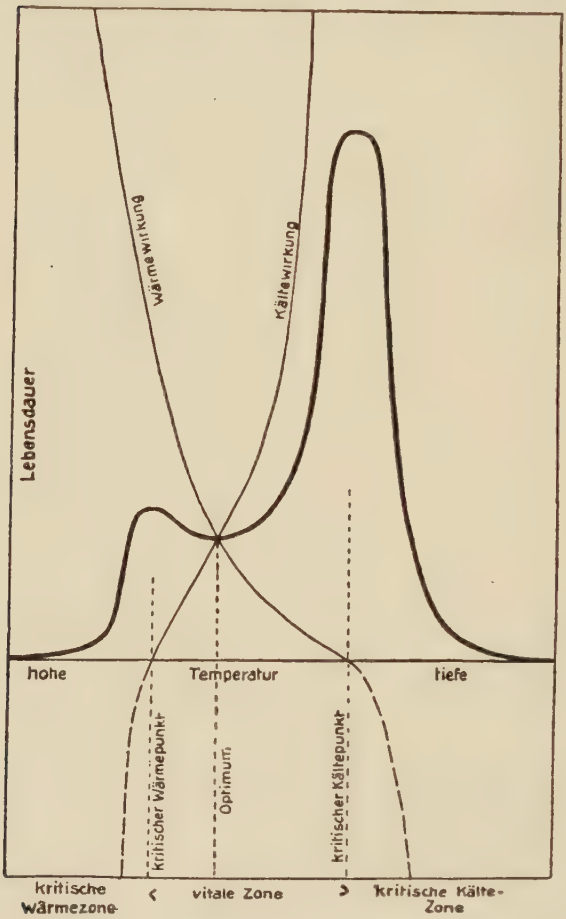


Abb. 3. Die Lebensdauerkurve eines Insekts. (Nach Janisch, 1929.)

In Wirklichkeit ist diese allein für die Lebensdauer nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Zum Zwecke epidemiologischer Verwertung muß die kombinierte Einwirkung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensdauer zugrunde gelegt werden. Wie zuerst Pierce und Bodenheimer nachwiesen, gibt es ein vitales Optimum. Dies ist die Kombination einer bestimmten Temperatur und Luftfeuchtigkeit, bei der die Individuen einer Insektenart unter sonst gleichen Bedingungen eine maximale Lebensdauer erreichen. Bei jeder anderen Kombination herrscht eine kürzere Lebensdauer, die um so kürzer ist, je größer der Abstand der betreffenden Temperatur/Luftfeuchtigkeits-Kombination von der des vitalen Optimums ist. Die Linien gleicher Sterblichkeit umgeben das vitale Optimum ungefähr in der Form von Ellipsen. (Abb. 4.)

Als Belege solcher Verhältnisse seien hier nur zwei Fälle angeführt. Der erste bezieht sich auf die Eisterblichkeit der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.) unter verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit.[5]) Die Eier sind das Stadium, welches bei der vorliegenden Art für die Massenvermehrung entscheidend ist. Wie die Abbildung zeigt, kommen die Eier nur in einem verhältnismäßig begrenzenden Bereich zur Entwicklung, wobei das vitale Optimum bei 30° C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit liegt. Die absolute Entwicklungsgrenze, außerhalb deren kein Ei mehr zum Schlüpfen gelangt, liegt zwischen 100 und 60% relativer Luftfeuchtigkeit und zwischen 20 und 39° C. Ältere Eier gelangen auch unter ungünstigeren Kombinationen noch zum Schlüpfen.

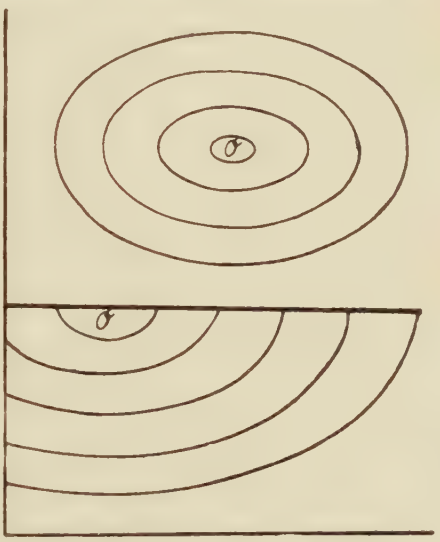


Abb. 4. Schema der Verteilung eines vitalen Optimums, wobei O das Optimum, die Ellipsen die Grenze der 100 prozent. Sterblichkeit nach verschieden langem Aufenthalt in den betreffenden Kombinationen von Temperatur (Abszisse) und Luftfeuchtigkeit (Ordinate) bedeuten. (Nach Bodenheimer.)

Das zweite Beispiel ist dem äußerst exakten Studium Shelfords[15]) über die Apfelmade (*Carpocapsa pomonella* L.) entnommen: Abb. 5 zeigt die vitale Zone für die Puppen dieser Motte unter verschiedenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeits-Bedingungen. Das vitale Optimum liegt hier etwa bei 70% relativer Luftfeuchtigkeit und 24° C; die vitalen Grenzen liegen zwischen 8° und 39° C sowie zwischen 15% und 100% relativer Luftfeuchtigkeit. Angesichts dieser weiten Grenzen ist jedoch zu bedenken, daß das Puppenstadium ein besonders widerstandsfähiger Entwicklungszustand der Schmetterlinge ist. Die allgemeine Kurvenform entspricht auch hier völlig unseren Voraussetzungen.

Letzthin hat auch Janisch anläßlich seiner Untersuchungen über die ägyptische Baumwollraupe (*Prodenia litura* F.) erkannt, daß es für die die Lebensdauer keine deutlichen Grenzen der vitalen Zone gibt und daß der wichtigste Fixpunkt aller Berechnungen, eben das vitale Optimum, die längste normale Lebensdauer ist. Zwecks rechnerischer Erfassung setzt Janisch die optimale Entwicklung, welche mit einem physiologischen Alterstod endet, gleich 100 und beobachtet die zugeordnete Länge der verschiedenen Entwicklungsstadien und vergleicht diese Geschwindigkeit mit der bei anderen Temperaturen. Die endgültige Besprechung dieser

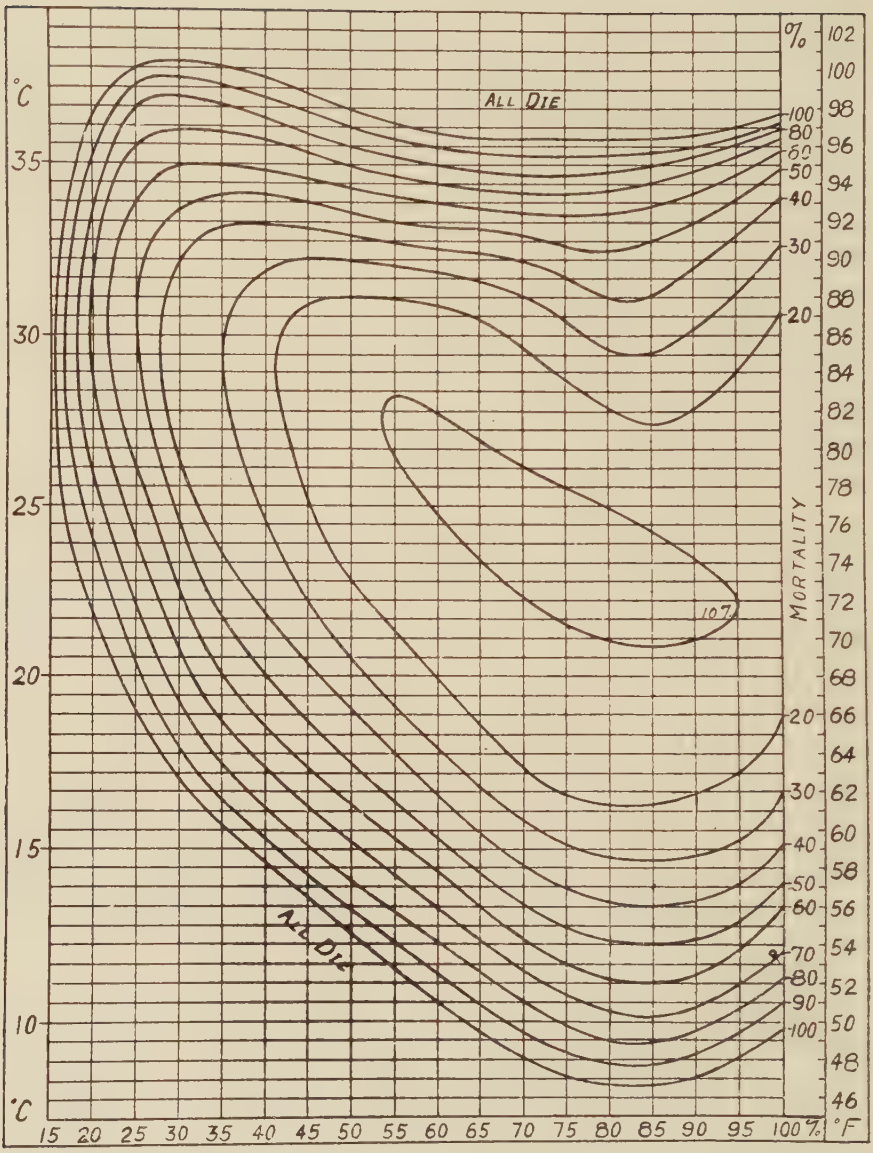


Abb. 5. Sterblichkeit von *Carpocapsa pomonella* L. - Puppen unter verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. (Nach Shelford.)

Methodik muß bis zum Erscheinen der ausführlichen Publikation zurückgestellt werden.*)

*) Inzwischen ist die Arbeit erschienen, welche auf einem völligen Mißverkennen der epidemiologischen Problemstellung beruht. Eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit dieser Arbeit erscheint in Bälde in dieser Zeitschrift.

Hier genügt es festzustellen, daß die Lebensdauer sich für praktische Zwecke in einem Diagramm darstellen läßt, das auf der Ordinate die relative Luftfeuchtigkeit, auf der Abszisse die Temperatur enthält. Um ein vitales Optimum ordnen sich die Punkte gleichzeitiger Lebensdauer in ungefähr ellipsenförmigen Kurven an. Für jedes Entwicklungsstadium muß ein besonderes Diagramm errichtet werden, wobei es aber in der epidemiologischen Praxis genügen wird, solche von den empfindlichsten Entwicklungsstadien (zumeist Ei- oder erstes Larvenstadium) zu besitzen.

Über die physiologischen Vorgänge, welche Wärme- und Kältetod hervorrufen, müssen wir uns vorläufig mit einem ignoramus begnügen. Es handelt sich hierbei aber sicherlich um spezifisch biologische, nicht rein chemische Verhältnisse, da der Tod lange vor dem Gerinnen bezw. dem Auskristallisieren des Protoplasmas und der Gewebe eintritt. Die erste irreversible Desorganisation des harmonischen Zusammenwirkens aller Funktionen genügt, den Tod hervorzurufen. Von größter Bedeutung ist ferner der Wassergehalt der Körpergewebe, der in engen Beziehungen zur Winter- und vielleicht auch der Trockenhärte (im Sommer) steht.

4. Die Grundlagen der allgemeinen Epidemiologie.

Die beiden eben begründeten Prinzipien: die Ermittlung des Entwicklungspotentials durch die Anwendung der verbesserten Wärmesummenregel sowie das Mortalitätsdiagramm für die empfindlichsten Entwicklungsstadien geben uns die Möglichkeit quantitativer Voraussagen. Diese Voraussagen sind jedoch an die Voraussetzung gebunden, daß die klimatischen Faktoren für die Regulation der Individuenzahl einer Insektenart ganz vorwiegend verantwortlich sind. Diese Voraussetzung steht aber zu zwei wichtigen Dogmen im strikten Gegensatz: dem des Kampfes ums Dasein, der durch begrenzten Nahrungsraum bedingt ist, und dem Gleichgewicht der Natur, das für Insekten vorwiegend biologisch durch Parasitenwirkung erhalten wird.

Für das erste Dogma ist bereits zur Genüge nachgewiesen worden, daß es den Tatsachen widerspricht (Picard, Bodenheimer). Tatsächlich wird nur in seltenen Grenzfällen der vorhandene Nahrungsraum irgendwie bis an die Grenze des Möglichen ausgenutzt. Jede blühende Wiese und jeder Wald, jeder Acker und jeder Obstgarten belegen dies zur Genüge. Die Herabminderung des Ertrages ist ein rein anthropozentrischer Begriff; für die Pflanzen sind die „Schädigungen" des Fruchtfleisches durch die gefürchteten Fruchtfliegen wie *Ceratitis capitata* Wied. und *Dacus oleae* Rossi biologisch ohne jeden Belang. Auch ein stärkerer Blattfraß schädigt die Pflanzen im biologischen oder gar im epidemiologischen Sinne nur äußerst selten.

Dasselbe gilt für die Parasitenwirkung, die ja nur einen Spezialfall carnivorer Ernährung darstellt, prinzipiell sich aber nicht von den Verhältnissen bei den Pflanzenfressern unterscheidet. Bei der großen Be-

deutung, welche man ihr jedoch bislang zuerteilte, müssen wir auf einige Beispiele etwas näher eingehen.

Sachtleben[16]) hat kürzlich eine Massenvermehrung der Forleule *(Panolis flammea)* verfolgt. Das Ergebnis war: Die tatsächliche Eiablage betrug nur $^1/_{12}$ der vorhergesehenen. Von den tatsächlichen 250 Eiern pro Baum gelangten nur 8,4 in ein Raupenstadium, nur 1,1 in ein fortgeschrittenes Raupenstadium. Die großen Raupen wurden zu 78,9 % parasitiert (4,4 verpuppt, 17,7 tot). Von der Gesamtzahl von 250 Eiern waren 50 (Trichogramma) und 8 (als Raupe), insgesamt 23,3 % parasitiert. Ein großer Prozentsatz der 50 trichogrammierten Eier wäre aber 1. sonst auch als Ei vernichtet worden (mindestens 20 %), 2. als 1. oder 2. Raupenstadium gestorben, so daß die tatsächlich epidemiologisch belangreiche Parasitierung weit geringer zu veranschlagen ist.

Eine Nachrechnung ergibt, daß aus 1000 Eiern nur 10 Falter schlüpften. Bei Anbringung der erforderlichen Korrekturen bezüglich Mortalität sowieso derjenigen trichogrammierten Eier, die der späteren zum Opfer gefallen wären und die daher als epidemiologisch belanglos ausgeschaltet werden müssen, wurden 2 % der Eier, 6 % der Raupen und 17 % der Puppen parasitiert oder, auf die ursprüngliche Eizahl bezogen, 5,3 % der Gesamtzahl. Diese 5,3 % stellen den epidemiologischen Anteil der Parasitengesamtwirkung an der Verminderung der Entwicklungspotenzen dar, während ohne Berücksichtigung der Parasiten die Verminderung durch klimatische Faktoren 93,7 % ergibt.

In ähnlicher Weise stellten Thompson und Parker[17]) vor kurzem fest, daß der Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis* Hübner) in Südeuropa eine Raupenparasitierung von 1—38 % besitzt. Bereits zuvor betrug jedoch die Sterblichkeit als Eier und junge Raupen bis 90 %. Thompson und Parker diskutieren die Ursachen dieser Sterblichkeit nicht weiter, sondern schreiben sie einfach „inneren" Ursachen zu.

Zu diesem Problem der „tauben" Eier, die keine Larven ergeben, liegt ein weiterer wichtiger Beitrag vor. Lange schon hatte diese Erscheinung bei Forstinsekten Aufmerksamkeit erregt, so besonders bei der Nonne (vgl. Escherich[18]). E. Knoche[19]) hat jetzt überzeugend dargetan, daß diese „Taubheit" der Nonneneier allein von klimatischen Faktoren abhängt. Die folgende Tabelle belegt dies:

Abhängigkeit der Zahl der tauben Nonneneier in Sachsen von äußeren Bedingungen.

m über Meeresspiegel	100	200	300	400	500	600	700	900
Juli-Durchschnittstemperatur in °C	18,5	—	17,2	—	15,9	—	14,7	13,6
% der nicht geschlüpften Eier	—	14	21	28	42	93	100	100

Daß diese Sterblichkeit der Eier wenigstens zum großen Teil auf einer „konstitutionellen Schwäche" beruhen kann, wie Thompson und Parker wollen, ist durchaus möglich. Die realisierenden Faktoren sind

aber rein klimatische, wie aus dem eindeutigen Ergebnis der obigen Tabelle entnommen werden kann. Das Endergebnis hängt nicht oder doch nur in geringem Grade von der anfänglich vorhandenen Zahl der „konstitutionell" schwachen Eier, sondern lediglich von den Klimabedingungen ab.

Unter Berücksichtigung dieser allgemein in der Insektenwelt verbreiteten starken Sterblichkeit der jüngsten Entwicklungsstadien wird uns jetzt auch die Fehlerquelle der früheren Autoren klar. Betrug z. B. die klimatische Mortalität der jüngsten Stadien 90% und werden 50% der restlichen Raupen parasitiert, so sind eben nicht 50%, sondern im epidemiologischen Sinne nur 5% parasitiert worden. Es wurde früher nicht darauf geachtet, welche Eizahl erforderlich war, um die tatsächliche Zahl der erwachsenen Raupen zu ergeben. Man setzte beide Größen stillschweigend einander mehr oder weniger gleich. Nachdem wir heute über die große Verschiedenheit beider Größen unterrichtet sind, entfallen alle auf sie begründeten Schlüsse.

Ich möchte diese Gelegenheit benutzen, um ein prinzipielles Mißverständnis aufzuklären.

Nehmen wir an, ein Insekt wäre im Eistadium 50 prozent. parasitiert und die klimatische Sterblichkeit im ersten Larvenstadium betrüge 90%. In diesem Falle betrachte ich die epidemiologische Sterblichkeit des Eistadiums nur als 5 prozent, die des ersten Larvenstadiums als 90 prozent. Der Grund ist klar: Hätte im Eistadium keine Parasitierung stattgefunden, so wären am Ende des ersten Raupenstadiums von je 100 Eiern 10 Raupen lebendig, im vorliegenden Falle aber nur 5. Das heißt, daß die klimatische Sterblichkeit allein als regulierender Faktor in Frage kam. Solche Verhältnisse treffen wir aber in der Natur sehr häufig. Es erhebt sich dann stets die Frage, inwieweit die akzidentelle Größe der Parasitenwirkung sowieso von der viel beständigeren Größe der klimatischen Vernichtungsziffer erfaßt wird. Nicht die tatsächlichen Ziffern sind maßgebend, sondern nur die unter diesem Gesichtspunkt der allgemeinen Regulationsmöglichkeit errechneten. Nur so können wir hoffen, zum Verständnis der relativen Bedeutung der einzelnen Vernichtungsfaktoren zu gelangen und unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes verliert die Parasitenwirkung überall an Bedeutung.

Das alles hätte schon viel früher geklärt sein können, hätte man nicht aus dem Auge verloren, daß zahlreiche Insektenarten überhaupt oder praktisch keine Parasitierung erleiden. Da diese Insektenarten jedoch offenbar denselben Massenbewegungsgesetzen unterliegen wie die mehr oder weniger stark parasitierten Arten, hätte schon daraus mit Leichtigkeit entnommen werden können, daß die Parasitierung keinesfalls der primäre regulatorische Faktor sein kann.

Endlich darf aber nicht vergessen werden, daß ja auch die Parasitenwirkung nur unter besonders günstigen klimatischen Bedingungen zur

vollen Entwicklung gelangt, daß der Ausbruch von Bakteriosen und anderen Seuchen ebenfalls in der Natur stets an besondere klimatische Bedingungen gebunden sind. Wir haben also das volle Recht, auch ihre Auswirkung als sekundäre Klimafolge zu betrachten. Besonders schön ist das erst kürzlich von Blunck[20]) und Bremer[21]) für die Parasiten der Rübenfliege in Norddeutschland nachgewiesen worden, die erst bei Temperaturen oberhalb von 18° C mit der Entwicklungsgeschwindigkeit des Schädlings Schritt halten beziehungsweise sie übertreffen.

Nur ergänzungsweise sei hier kurz bemerkt, daß selbstverständlich die klimatischen Faktoren unter sonst gleichen Bedingungen diesen beherrschenden Regulationseinfluß haben. Von anderen Faktoren sei hier nur kurz auf die Bedeutung der Nahrungsverhältnisse hingewiesen. Selbstschutz der Pflanze, Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen chemischen Saftkonzentrationen (z. B. pH.), ja sogar schon große Sterblichkeitsunterschiede von Insekten bei verschiedenen Varietäten derselben Kulturpflanze usw. stellen uns vor Probleme, die wir heute vielfach noch kaum zu definieren vermögen. An anderem Orte sind die Verhältnisse ausführlicher behandelt worden (Bodenheimer[22]).

5. Verschiedene Schlußfolgerungen der dargelegten Prinzipien.

Eines der wichtigsten Tatsachengebiete, in denen wir Bestätigungen für unsere Schlußfolgerungen finden, ist die ökologische Tiergeographie. Zahlreiche Insektenarten finden ihre nördliche oder südliche Verbreitung durch Isothermen. Aber in dem natürlichen Verbreitungsgebiet lassen sich verschiedene Zonen unterscheiden, welche Bremer für Schadinsekten wie folgt beschreibt. Wir unterscheiden:

1. Das Gebiet der Dauerschädigungen, in dem Massenvermehrungen der Insekten an der Tagesordnung sind, da die Gesamtheit der ständigen Begrenzungsfaktoren einen niedrigen Durchschnittswert hat.

2. Das Massenverbreitungsgebiet, in dem das Vorkommen von größeren Massenvermehrungen möglich, aber nicht sehr häufig ist.

3. Das gesamte Verbreitungsgebiet, dessen ständige Begrenzungsfaktoren einen überaus hohen Begrenzungswert haben.

Besonders für Forstschädlinge haben Zederbauer sowie Escherich und seine Schule bereits vermittels der historisch statistischen Methode die klimatische Begrenzung der Gebiete der Dauerschädigung und der Massenverbreitungsgebiete herausgearbeitet. Bei der Rübenfliege sind nach Bremer und Blunck die Grenzen:

	Jahresisotherme	Juliisotherme
für das Gebiet der Dauerschädigungen .	− 2°	+ 20°
für das Massenverbreitungsgebiet . . .	± 0°	+ 13°
für das gesamte Verbreitungsgebiet . .	+ 7° + 9°	+ 16,5° 18,5°

Waren diese Überlegungen rein beschreibender Art, so führen uns andere tief in die Kausalanalyse hinein. Als Ausgangspunkte epidemiologischer Analysen hatten wir das vitale Optimum sowie den Entwicklungsnullpunkt bezeichnet. Vergleichen wir die Lage dieser beiden Punkte zueinander z. B. für die vorwiegend in den Tropen verbreitete Baumwollwanze *Oxycarenus hyalinipennis* Costa, so ist hier das vitale Optimum bei 11° C und 95—100% relativer Luftfeuchtigkeit, der Entwicklungsnullpunkt bei 14° C. Diese enge Aneinanderlegung sowie deren relativ tiefe Lage scheint typisch für zumindest sehr viele Tropentiere zu sein. Sie ist von der allergrößten Bedeutung, da sie nicht mehr und nicht weniger besagt, als daß die Wanze sich unter den auf der Erde obwaltenden klimatischen Verhältnissen stets unter ungünstigen epidemiologischen Bedingungen befinden muß. In einem kalten oder warmen Klima befindet sie sich infolge des großen Abstandes vom vitalen Optimum in Bedingungen starker und stärkster Mortalität; in ersterem fehlt ihr zudem die Möglichkeit sich zu entwickeln gänzlich; in letzterem kompensiert die erhöhte Sterblichkeit das ebenfalls erhöhte Entwicklungspotential völlig auf. In den günstigen vitalen Temperaturverhältnissen von ca. 10—15° C ist die Entwicklungsgeschwindigkeit ungeheuer gering. Bestände an irgend einem Punkte der Erde ein Dauerklima von 15° C und 80—90% relativer Luftfeuchtigkeit bei günstigen Vegetationsverhältnissen, so würde die Art im Laufe weniger Jahre zu einer ungeheuren Massenvermehrung gelangen. Ein solches Dauerklima besteht aber nirgends auf der Erde. Dieses Wechselspiel vermag, Licht auf einige bisher unerklärte Tatsachen der Tiergeographie zu werfen: auf den Artenreichtum und die Individuenarmut in den Tropen wie auf die Artenarmut und den Individuenreichtum der Polarmeere. Die Entwicklungsgeschwindigkeit und die Generationenzahl poikilothermer Tiere wächst ja mit zunehmender Wärme. Deren Generationenzahl beträgt so in den Tropen ein Vielfaches derjenigen Tiere, welche in gemäßigten oder kalten Gegenden leben. Bei erhöhter Generationenzahl und erhöhter Temperatur ist aber die Chance zur Bildung neuer Arten eine vielfach höhere als für die unter letzteren Bedingungen lebenden. Erklärt dies die Verhältnisse der Artenzahl, so erläutern sich die Verhältnisse für die Individuenzahl von selbst aus dem Mortalitätsdiagramm.

Eine zweite Tatsachengruppe, welche durch unsere epidemiologischen Prinzipien eine neue Beleuchtung erfährt, betrifft die sozialen Insekten. Es sei hier nur in Kürze angedeutet, daß eine der wesentlichsten Errungenschaften derselben die Erwerbung einer Pseudo-Heterothermie ist. Sie alle vermögen ihre Außenwärme wie auch die Luftfeuchtigkeit ihrer Umgebung weitgehend zu variieren und zu fixieren. Allerdings geschieht dies auf verschiedenen Wegen. Die Bienen erhöhen die Temperatur des Bienenhauses wesentlich durch aktive Wärmeproduktion (Muskelkraft); die mit Sparsamkeit in der Wärmeabgabe (Traubenbildung, Nestbau) einher-

zugehen vermag. Die Ameisen und Termiten legen ihrerseits Gänge an, welche tief in die Erde reichen, aber als Kuppelbauten — wo erforderlich — auch noch die Sonnenwärme aufzufangen vermögen. In heißen Ländern mit längerer senkrechterer Sonnenstrahlung entfällt diese Notwendigkeit. In diesen Bauten findet siche eine große Skala verschiedener Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten. Besonders zur Brutzeit sind alle Vorrichtungen in bester Ordnung und die Brut kann sich so jeweils unter Bedingungen, welche denen des vitalen Optimums stark angenähert sind, entwickeln. Daraus folgt eine geringe Sterblichkeit der Nachkommenschaft, die so imstande ist, schnell volkreiche Staaten zu bilden. Die ausfliegenden Geschlechtstiere und Koloniegründer sowie die überwinternden Ameisenvölker unterliegen als Individuen den stark dezimierenden Wirkungen des Klimas. Die Bienen, welche sich im Winter einen gewissen Wärmestandard aufrechterhalten, vermögen infolge Nahrungsmangel — welcher hier zum echten begrenzenden Faktor wird — nicht auch an s hönen Wintertagen auszufliegen.

Eine dritte Tatsachengruppe betrifft die sogenannte biologische Bekämpfung. Zunächst seien einige Bemerkungen über das Schwammspinnerproblem in Nordamerika gestattet. Die Massenvermehrung des Schwammspinners in den Vereinigten Staaten wurde bisher als Schulbeispiel dafür angesehen, wie sich ein Insekt vermehrt, wenn es nicht durch seine Parasiten in Schach gehalten wird. Einer explosiven Verbreitung auf beschränktem Raum folgte aber ein plötzlicher Stillstand. Das Vorrücken der Art hörte auf oder verlangsamte sich doch ungeheuer. Konnte die bisherige Erklärung für die explosionsartige Anfangsverbreitung allenfalls noch einleuchtend erscheinen, wie kann sie den Verbreitungsstillstand erklären? Offenbar nicht; denn auch dort sind noch keine Parasiten vorhanden. Wir kommen deshalb von den oben angeführten allgemeinen Gesichtspunkten aus zu einer viel einleuchtenderen Erklärung: Während der Dauer der empfindlichsten Entwicklungsstadien des Schwammspinners herrschten in den Gebieten der explosiven Ausbreitung günstige klimatische Bedingungen mit verhältnismäßig geringer klimatischer Sterblichkeit. In den Randgebieten ähnlichere oder ungünstigere Verhältnisse wie in Europa, daher der Verbreitungsstillstand. Es müßte eine außerordentlich lohnende Aufgabe für einen Entomologen sein, diese wahrscheinlich relativ einfachen Verhältnisse (vgl. meine Analyse der *Chaerocampa celerio*-Massenvermehrung) zu analysieren.

Bezüglich der biologischen Bekämpfung sind wir auf Grund unserer Erfahrungen in Palästina zu folgenden Schlußfolgerungen gelangt: Wir sehen, daß bezüglich einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* die natürlichen Verhältnisse in Palästina denkbar günstig liegen und daß trotzdem eine epidemiologisch wesentliche Verminderung der Pseudococcen-Zahl durch die Parasiten erst im Herbst erfolgt, nachdem schon viel Schaden angerichtet ist, ja daß sogar lokal beträchtlicher Schaden

im Herbst nicht verhütet wird. Erst eine künstliche Verschiebung des Zahlenverhältnisses Schädling: Parasit bringt diesen zum Aufhören. Dieses Verhalten ist kein Einzelfall, sondern für gemäßigte und subtropische Klimate, die durch einander stark verschiedene Jahreszeiten charakterisiert sind, geradezu typisch. Die starke Mortalität von Schädling und Parasit im Sommer oder Winter, in der Trocken- oder in der Regenzeit oder in beiden, bedingt normalerweise einen neuen Start in der Massenvermehrung Jahr für Jahr. Nur bei klimatisch besserer Anpassung des Parasiten hat dieser Aussicht, den Schädling im Jahresverlaufe stark zu dezimieren. Warmes Klima mit der Ermöglichung einer höheren Generationenzahl kommt im allgemeinen dem Parasiten zugute.

Ein warmes Klima, das keine Jahreszeiten kennt, erscheint also für die wirksame Tätigkeit vom Parasiten am geeignetsten. Ein solches Klima bieten z. B. die Hawai-Inseln, von denen soviele Erfolge von Parasiten gemeldet werden. Die Temperatur- und Regenmengen-Durchschnitte der einzelnen Monate betragen (nach Hann, Handbuch der Klimatologie II. S. 296 f, 1910):

	I	II	III	IV	V	VI
Temperatur (Honolulu)	21,2	21,3	21,7	22,6	23,5	24,5° C
Regenmenge in Prozentsätzen der Gesamtjahresmenge . . .	12	11	10	8	7	4

	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatur	25,0	25,3	25,1	24,4	23,1	21,6° C
Regenmenge in %	7	5	6	7	12	11

Die insulare Lage bedingt eine verhältnismäßig sehr gleichmäßige relative Luftfeuchtigkeit. Jahreszeitliche Gegensätze bestehen also nur in ganz geringem Ausmaße. Unberührt von dieser Frage bleibt zunächst der Parasitenimport von neu eingeführten Schädlingen.

Andere Klimate werden sich, wenn es sich um Bekämpfung von Schädlingen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen handelt, nicht mit der Einführung und Einbürgerung von Parasiten begnügen dürfen. Die dauernde künstliche Massenaufzucht der eingebürgerten Parasiten und ihre jährliche Aussetzung in die gefährdeten Gebiete ist die Voraussetzung für einen Erfolg in der biologischen Bekämpfung. Die Bekämpfungspraxis in Kalifornien, die größte, die wir heute überhaupt haben, handelt bereits seit Jahren nach diesem Grundsatz.

Literatur.

1. Huntington, E., Civilisation and Climate. 3d ed. Yale Univ. Press. 1924.
2. Bodenheimer, F. S., und Samburski, Über den Wärmeausgleich bei Insekten. Zool. Anzeiger **86**, 1930, S. 208—211.
3. Necheles, H., Über Wärmeregulation bei wechselwarmen Tieren. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 204, 1924, S. 72—86.

4. Himmer, A., Körpertemperaturmessungen an Bienen und anderen Insekten. Erlanger Jahrbuch f. Bienenkunde III, 1925, S. 44—115.
5. Bodenheimer, F. S., und Mitarbeiter, Epidemiologische, ökologische und physiologische Studien an der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.). Berlin 1929.
6. Bodenheimer, F. S., Die Bedeutung des Klimas für die landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. a. E. XII, 1926, S. 91—122.
7. Blunck, H., Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. II. Teil. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 121, 1923, S. 173—391.
8. Bodenheimer, F. S., und Guttfeld, M., Über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* Risso (Rhy. Cocc.) in Palästina. Zeitschr. a. E. XV, 1929, S. 68—136.
9. Heller, J., Chemische Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten III. Biochem. Zeitschr. Bd. 169, 1925, S. 208.
10. Janisch, E., Das Exponentialgesetz als Grundlage der vergleichenden Biologie. Berlin 1927.
11. — — Die Lebens- und Entwicklungsdauer der Insekten als Temperaturfunktion. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 132, 1928, S. 176—185.
12. — — Über die Wirkungsgröße der Umweltfaktoren bei der Massenvermehrung der Insekten. Deutsche Forschung, Heft 9, 1929, S. A., 41 S.
13. Martini, E., Über die Kettenlinie und die Exponentialkurve überhaupt. Zeitschr. a. E. XIV, 1928, S. 273—284.
14. Bodenheimer, F. S., Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentralbl. Bd. 48, 1928, S. 714—739.
15. Shelford, V. E., An Experimental Investigation of the Relations of the Codling Moth to Weather and Climate. State of Illinois Nat. Hist. Survey. Vol. XVI, 1927, p. 311—440.
16. Sachtleben, H., Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule, *Panolis flammea* Schiff. (Noct. Lep.) und ihrer Parasiten. Arb. Biol. Reichsanstalt Land- u. Forstwiss. 1927, 15, S. 437.
17. Thompson, W. R., and Parker, H. L., The European Corn Borer and its controlling factors in Europe. U. S. Dept. Agric. Techn. Bull. 59, 1928.
18. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. I. Berlin 1914.
19. Knoche, E., Schädling, Klima und Bekämpfung. Arb. Biol. Reichsanstalt. XVI, 1929, S. 705—775.
20. Blunck, H., Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz. Bd. 39, 1929, S. 1—28.
21. Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. a. E. XIV, 1928, S. 254—272.
22. Bodenheimer, F. S., Die Schädlingsfauna Palästinas. Berlin 1930.

Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopathogenen Bedeutung einiger an Getreide lebender Thysanopteren.

Von

August Körting.

(Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt)

(Mit 22 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

I. Einleitung 452
II. Aus der Lebensgeschichte der Getreideblasenfüße 453
A. Biologische Beobachtungen über Besonderheiten der häufigsten Arten . . 453
1. *Limothrips cerealium* Hal. 453
a) Eiablage 453
b) Dauer der Jugendentwicklung 455
c) Generationsfolge 458
aa) Folge der Bruten im Jahre 1927 461
bb) Folge der Bruten im Jahre 1928 465
cc) Folgerungen 468
d) Massenschwärmen 469
2. *Haplothrips aculeatus* F. 475
Generationsfolge 475
aa) Folge der Bruten im Jahre 1927 476
bb) Folge der Bruten im Jahre 1928 478
cc) Folgerungen 478
3. Andere Arten 480
B. Ausgewählte Kapitel aus der allgemeinen Biologie der Getreideblasenfüße . 481
1. Aus dem Verhalten der Thysanopteren während der Vegetationsperiode 481
2. Über die Winterquartiere der Getreidethysanopteren 485
3. Das Massenverhältnis der bei Kiel an Getreide lebenden Thysanopteren 490
III. Über die phytopathogene Bedeutung von *Limothrips cerealium*, *Limothrips denticornis* und *Haplothrips aculeatus* 491
A. Die Weißährigkeit des Getreides und ihre angebliche Ursache 491
B. Wird durch Thysanopterenbefall des Getreides Weißährigkeit ausgelöst? . 494
1. Freilandbeobachtungen 494
a) Beziehungen zwischen Stärke des Auftretens von Thysanopteren und Stärke der Weißährigkeit 494
b) Beziehungen zwischen dem Zeitpunkt des Auftretens der Thysanopteren und der Weißährigkeit 496
2. Versuche 498
a) Läßt sich durch künstlich herbeigeführte Überbesiedlung des Getreides mit Thysanopteren Weißährigkeit erzeugen? 498
b) Beziehungen der Schoßgeschwindigkeit und Aussaatzeit zur Weißährigkeit bei Hafer 502
3. Zusammenfassung 504
C. Das Problem der Weißährigkeit nach Ausschaltung der Thysanopteren als Schaderreger 505
IV. Schriftennachweis 507

I. Einleitung.

Die Insektenordnung der Blasenfüße oder Fransenflügler (*Thysanopteren*, *Physopoden*) enthält wirtschaftlich bedeutsame Pflanzenschädlinge. Auch mehrere an Getreide lebende Arten werden seit langer Zeit als Krankheitserreger betrachtet. Man sieht in ihnen gemeinhin die Haupterreger der als Weißährigkeit, Taubährigkeit oder Flissigkeit bezeichneten Erscheinungen. Diesem sogenannten Thripsschaden kommt eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu. Das Krankheitsbild ist weit verbreitet. Es gibt kaum ein Haferfeld, auf dem nicht Weißfedrigkeit festgestellt werden kann. Auch beim Roggen ist die Taubährigkeit oft zu beobachten. Die Pflanzenschutzstatistik berichtet zuweilen über Schäden von mehr als 40 %.

Jablonowski (1926) gibt eine Zusammenstellung der Arbeiten, in denen zuerst über Schädlichkeit der Getreideblasenfüße berichtet wird. (Vgl. Kapitel: III A). Diese Auffassung geht danach auf Haliday (1836), Beling (1872) und Lindemann (1886) zurück. Da Jablonowski eine Übersicht über die ganze ältere Literatur gibt, dürfte es genügen, auf seine Arbeit zu verweisen und lediglich festzustellen, daß auch alle späteren Arbeiten mehr oder weniger kritiklos die bei uns an Getreide lebenden Arten — es handelt sich besonders um *Limothrips cerealium* H., *Limothrips denticornis* H. und *Haplothrips aculeatus* F. — weiter als Getreideschädlinge geführt haben. Noch heute steht insbesondere *Limothrips cerealium* in der Pflanzenschutzstatistik unter den Getreideschädlingen ständig mit an erster Stelle. Ernstlich belegt ist die phytopathogene Bedeutung der Getreidethysanopteren jedoch noch nirgends.

Andererseits wurde die Schädlichkeit der Getreideblasenfüße bereits 1877 von Körnicke (1877) (s. S. 493) und neuerdings auch von Jablonowski (1926) angezweifelt. Nach Jablonowski sind die den Thripsen zur Last gelegten Krankheitserscheinungen an den Getreideähren auf andere Ursachen (mechanische Verletzungen) zurückzuführen. Diese Ansicht hat jedoch noch nicht Boden gewinnen können. Zuzugeben ist, daß es abwegig gewesen wäre, die Ergebnisse der Jablonowskischen Untersuchungen — obgern sie überzeugend klingen — ohne weiteres zu verallgemeinern und auf Deutschland zu übertragen, da sie in Ungarn, also unter anderen klimatischen Verhältnissen als bei uns angestellt sind. Außerdem deckt sich die dortige Thysanopterenfauna des Getreides mit der unsrigen nicht. Bei der verschiedenen Lebensweise der Arten wäre es denkbar, daß den in Ungarn durch nichtparasitäre Einflüsse hervorgerufenen Krankheitsbildern ähnliche Erscheinungen bei uns durch Blasenfüße bewirkt werden.

Es schien somit wünschenswert, die Frage nach der Schädlichkeit der Getreideblasenfüße auch bei uns zum Gegenstand besonderer Untersuchungen zu machen. Die Lebensgeschichte der Tiere sowie Stärke und Zeit ihres Auftretens im Vergleich zur Häufigkeit der Weißährigkeit

hatten dabei im Mittelpunkt zu stehen. Gleichzeitig mußte sich herausstellen, ob die bislang gegen die Taubährigkeit empfohlenen Bekämpfungsmaßnahmen zweckmäßig sind oder nicht.

Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Blunck wurde vorliegende Arbeit an der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Angriff genommen. Die Untersuchungen wurden im Herbst 1926 begonnen und im Herbst 1928 abgeschlossen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Regierungsrat Prof. Dr. Blunck, Leiter der Kieler Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt, möchte ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen für die wertvollen Ratschläge und die tatkräftige Unterstützung, die er meiner Arbeit angedeihen ließ. Auch Herrn Regierungsrat Dr. Bremer, Leiter der Zweigstelle Aschersleben, danke ich herzlich für seine zahlreichen Fingerzeige und das stete Interesse, das er meinen Untersuchungen entgegenbrachte. Herr Dr. Ludewig stellte mir einige von ihm angelegte Feldversuche zur Auswertung zur Verfügung; ihm danke ich bestens für seine Unterstützung. Die Bestimmung von Belegstücken meines Thysanopterenmaterials übernahm in dankenswerter Weise Herr Professor Priesner, Linz.

II. Aus der Lebensgeschichte der Getreideblasenfüße.

A. Biologische Beobachtungen über Besonderheiten der häufigsten Arten.

1. Limothrips cerealium Hal.

(Abb. 17 u. 19.)

Dieser, seinen morphologischen Arteigenheiten nach durch Priesner (1928) bestens charakterisierte Blasenfuß zählt zu den am weitesten verbreiteten Thysanopterenarten. Fundorte sind gemeldet für: Italien, Sardinien, Ägypten, Ungarn, Deutschland, Holland, Schweden, England, Nord-Amerika, Nord-Afrika, Seychellen und Hawaii. Mancherorts ist die Art selten, so in Österreich (Priesner, 1928). Nach Lindemann (1886) kommt *L. cerealium* in der Umgegend von Moskau nicht vor, auch wurde er von Reuter (1900) in Finnland an Gräsern nicht angetroffen. In Nordwestdeutschland ist dieser Fransenflügler aber an Getreide durchweg die häufigste Art, wenn die populäre und halbpopuläre Pflanzenschutzliteratur auch darin übertreibt, daß sie jeden an Getreide gefundenen Blasenfuß schlankweg als „*Thrips cerealium*“ bezeichnet.

a) Eiablage.

Über die Eibildung bei den Terebrantiern berichtet Jordan (1888): „Da die Reifung der Eier eine sukzessive ist und nur immer eins oder höchstens 2 bis 4 zugleich reif werden, so erstreckt sich die Eiablage über einen größeren Zeitraum bis zu mehreren Wochen.“ Der Vorder-

satz verträgt eine Erweiterung, denn verschiedene Weibchen von *L. cerealium* trugen je 8 genähert reife Eier, d. h. jede der 8 vorhandenen Ovarialröhren hatte gleichzeitig ein Ei ausgebildet. Gewiß sind häufig auch Weibchen mit einer geringeren Anzahl reifer Eier zu treffen, ich möchte aber annehmen, daß diese bereits mit der Legetätigkeit begonnen haben. Die Eier werden nämlich einzeln abgelegt.

Über die Eiablage selbst berichtet Priesner (1923): „Die Weibchen der Terebrantier legen ihre Eier (oft nachts) einzeln in das zarte Gewebe der Pflanzen, seien es nun Staubfäden, Blätter der Blüten

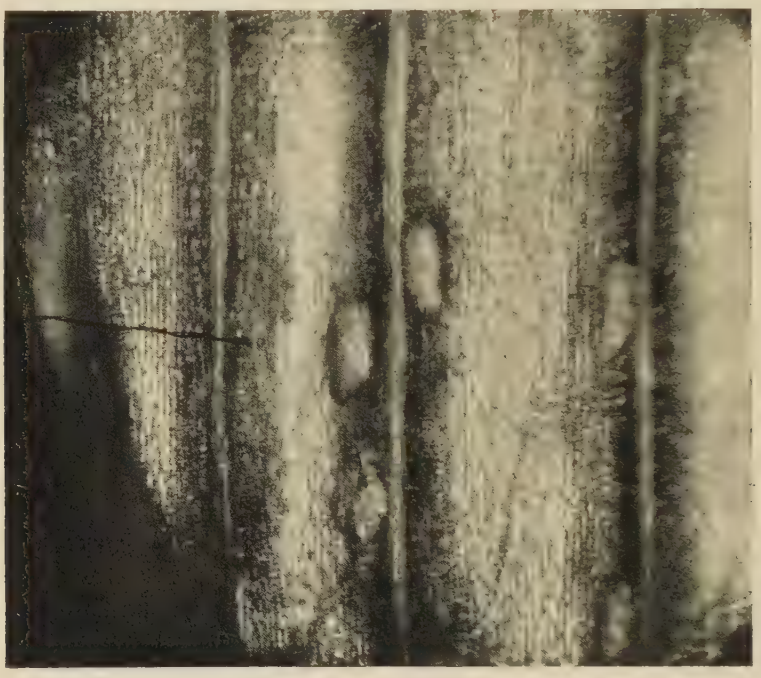


Abb. 1. Eier von *L. cerealium* in Haferspelze. Phot. Dr. Langenbuch.

oder junge Laubblätter und deren Stengel, indem sie mit Hilfe ihres vierteiligen Legebohrers einen schmalen Schlitz bilden, in den dann das Ei gleitet und entweder parallel oder senkrecht zur Längsachse des betreffenden Pflanzengebildes zu liegen kommt. Der Spalt schließt sich nachher.“ In dieser Weise legt auch *L. cerealium* seine Eier ab und bettet sie, soweit ich aus meinem Material allgemeine Schlüsse ziehen darf, immer genähert parallel zu den Blattnerven (s. Abb. 1). Oft lagen sie diesen unmittelbar an.

Unter den Getreidearten bilden Roggen und Hafer die hauptsächlichsten Brutpflanzen. An noch nicht geschoßten Pflanzen werden stets nur die Blattscheiden bestiftet. Die weitaus meisten Eier sind dicht unterhalb

des Blatthäutchens (Ligula) zu finden. So wurden in einem Falle etwa 50 Eier im oberen Viertel und nur 12 in dem restlichen Teile der Blattscheide beobachtet. Gleichsinnig lauten Kaufmanns (1925) Angaben für andere, an Wiesengräsern lebende Blasenfußarten. Hinter der Blattscheide liegt das Ei im Innern des Gewebes häufig etwas gegen die Epidermis geneigt, sodaß diese mit der Längsachse des Eies einen spitzen Winkel bildet. Die Epidermis ist dann über dem ihr näher liegenden Eiabschnitt schwach vorgewölbt. Zuweilen ist das Ei tiefer in das Gewebe versenkt, seine Längsachse ist dann parallel zur Epidermis eingestellt und diese zeigt keine Vorwölbung. Blattspreite und Halm werden nicht belegt. An noch völlig eingeschlossenen Roggenähren wurden gleichfalls keine Eier festgestellt; selten wurden solche hinter der die Ähre umhüllenden Blattscheide gefunden. Die kurz vor dem Schossen stehende Haferrispe war gelegentlich schon schwach bestiftet.

Erst wenn die Roggenähre zum Teil oder ganz geschoßt ist, legen die Weibchen auf ihr, und zwar vorwiegend in die Kelchspelzen, ihre Eier ab. Die Blütenspelzen werden weniger stark belegt. So enthielten in einem Falle 20 Kelchspelzen einer Ähre 44 Eier, 20 Blütenspelzen derselben Ähre dagegen nur 6 Eier. Basis, Spitze und der mittlere Teil der Ähre bargen durchschnittlich gleichviel Eier. An anderen Bestandteilen der Ähre konnten Eier nicht festgestellt werden.

An den Haferrispen waren die Eier in größerer Anzahl erst nach dem Schossen zu treffen. Sie wurden hier ausschließlich in den Hüllspelzen gefunden. Es wurden oft bis zu 8 Eier in einer Spelze gezählt.

An Roggen wie an Hafer erfolgt die Ablage regelmäßig von der Innenseite der Spelze aus. Die Eier liegen dicht unter der Epidermis. Diese ist hier stärker vorgewölbt als über den in der Blattscheide sitzenden Eiern.

b) Dauer der Jugendentwicklung.

Über die Entwicklungsdauer liegen für *L. cerealium* bislang keine Daten vor. Zu ihrer Ermittlung wurden Zuchten bei verschiedenen Temperaturen und in wasserdampfgesättigter Atmosphäre durchgeführt. Die nachstehenden Daten sind aber nur an verhältnismäßig wenigen Stücken gewonnen. Zur Aufdeckung von Gesetzmäßigkeiten allgemeiner Natur sollen und können sie nicht dienen. *L. cerealium* ist als Material für derartige Untersuchungen schlecht geeignet, da die Aufzucht der Larven und Puppen außerordentlich mühsam und bei genauer Kontrolle sehr zeitraubend ist.

Nach vielen mehr oder minder fehlgeschlagenen Versuchen brachte folgende Aufzuchtmethode die besten Ergebnisse. Die Tiere wurden isoliert an abgeschnittenen Haferspelzen in feuchten Kammern (Petrischalen) gehalten. Der Boden der Petrischale war mit angefeuchtetem Filtrierpapier bedeckt. Die Regulierung der Feuchtigkeit ist ausschlaggebend für

das Gelingen der Zucht. Stieg der Wasserdampfgehalt der Luft im Zuchtgefäß so hoch, daß sich Tröpfchen von Kondenswasser an der Spelze bildeten, so verklebten die Extremitäten der Larve, und diese ging ein. Andererseits wanderten die Tiere bei Trockenheit von der Spelze ab und waren dann zumeist ebenfalls verloren. Besonders lebhaft und wanderlustig schienen frisch gehäutete Altlarven zu sein. Der optimale Feuchtigkeitsgehalt war vorhanden, wenn die Innenseite des Schalendeckels schwach beschlagen war. Versuche mit festverschlossenen oder kleineren Schalen (Blockschälchen) schlugen fehl, da hier die Feuchtigkeitsregulierung noch wesentlich schwieriger war.

Die Larven wurden jeden zweiten Tag auf eine frische Spelze umgesetzt. Spelzen waren darum geeigneter als Blattstücke, weil diese zu schnell vertrockneten und dann von den Larven verlassen wurden.

Obwohl bei der Aufzucht sehr vorsichtig verfahren wurde, waren die Verluste durch eingegangene und abgewanderte Tiere auch bei diesem Verfahren stets noch sehr groß. Nur wenige Stücke konnten unter Registrieren aller Phasen der Entwicklung vom Schlüpfen der Junglarve bis zum reifen Insekt durchgezogen werden. Über die Dauer einzelner Stadien verschiedener Individuen liegen dagegen Daten in größerer Zahl vor.

Zur Registrierung der Temperatur dienten Max.-Min. Thermometer. Die Ablesung erfolgte zweimal täglich. Aus den gefundenen 6 Daten wurde die mittlere Temperatur errechnet. Die Kulturgefäße waren im allgemeinen im Laboratorium aufgestellt. Die bei 26—28° gehaltenen Larven waren im Brutschrank untergebracht. Die Zuchten wurden täglich einmal revidiert.

Die genaue Zeitspanne von der Ablage des Eies bis zum Schlüpfen der Junglarven konnte nicht ermittelt werden. Den Vollkerfen konnten zwar in der Gefangenschaft genähert natürliche Bedingungen für die Eiablage geboten werden. Da die Eier an der Pflanze jedoch nur versteckt (wie hinter den Blattscheiden) abgelegt werden, ließ sich eine Beschädigung der isolierten, mit Weibchen beschickten Pflanzen bei der Untersuchung nicht vermeiden. Wurde der die Eier enthaltende Pflanzenteil geknickt, so stockte der Saftstrom, und frisch abgelegte Eier traten dann nicht in die Entwicklung ein. Es gelang nicht, diese Pflanzenteile durch Einstellen in Wasser bis zum Schlüpfen der jungen Larven frisch zu halten. Die Eier scheinen gegen Änderung des Turgors in der Pflanze sehr empfindlich zu sein. — Weibchen, die in Reagenzgläsern an den Blattenden lebender Getreidepflanzen isoliert wurden, legten keine Eier ab.

Es wurde auch versucht, hinter Blattscheiden abgelegte Eier in die Blattspreite zu verpflanzen, da hier die Beobachtung leichter war. Derartige Eier entwickelten sich aber nicht weiter.

Das Zuchtmaterial wurde daher aus eingetragenen, nahezu schlüpfreifen Eiern gewonnen. Pflanzenteile, in denen ältere Eier nachgewiesen waren, wurden auf feuchtem Fließpapier bis zum Schlüpfen der jungen

Larven gehalten. Außerdem wurden verschiedene Entwicklungsstadien eingetragen und weitergezüchtet.

So konnte in Bezug auf die Embryonalentwicklung lediglich folgendes ermittelt werden. Nach der Ablage sind die dünnhäutigen, schwach nierenförmigen Eier zunächst weiß gefärbt. Bei fortschreitender Entwicklung werden sie dunkler und nehmen einen braunen Ton an. Gleichzeitig werden die Augen der jungen Larve als rote Punkte durch

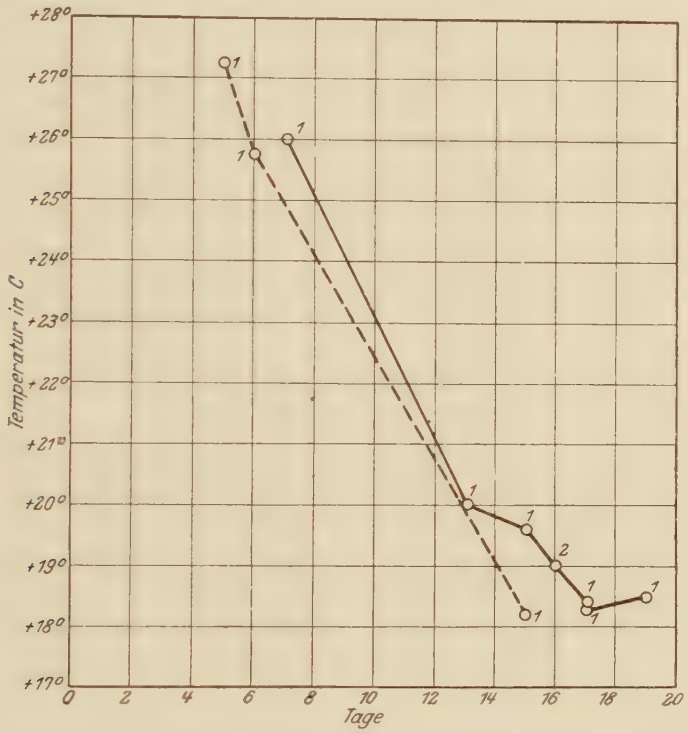


Abb. 2. Entwicklungsdauer vom Schlüpfen der Junglarve bis zum Schlüpfen des Vollkerfs von *L. cerealium*. ——— ♀♀; - - - - - ♂♂. Neben den Kreisen ist die Zahl der Individuen gegeben, auf die die betr. Punkte der Kurve sich stützen. Graphische Darstellung der in Tab. 5 und 7 mitgeteilten Daten.

die Eihülle sichtbar. Aus belegt eingetragenen Pflanzenteilen schlüpften die Larven bei einer mittleren Tagestemperatur von + 18,5° C spätestens nach 9 Tagen.

Die über die weitere Entwicklung der Jugendstadien gewonnenen Daten sind tabellarisch in den Tabellen 1—7 und graphisch in den Abb. 2—4 dargestellt. Die Ergebnisse meiner Zuchten besagen, daß die Entwicklungsdauer von *L. cerealium* in starkem Maße durch die Temperatur bestimmt wird, und im einzelnen, daß über dem Junglarvenstadium bei 16,1° 9 Tage, bei 22,3° 2 Tage, über dem zweiten Stadium bei 17,7° 6 Tage, bei 20,3° 3 Tage, über dem Vorpuppenstadium bei ca. 18,5° 2—3 Tage, bei 26,6° 1 Tag, über der Puppenruhe bei 15,3°

7 Tage, bei 28,5° 1 Tag, über der Gesamtentwicklung vom Schlüpfen der Larve bis zum Erscheinen des Vollkerfs somit bei ca. 18,5° 17—19 Tage, bei 26,0° 7 Tage verstrichen. In allen meinen Zuchten durchliefen die männlichen Individuen die Entwicklung schneller als die Weibchen (vgl. Abb. 2 u. 4 und Tab. 4, 6, u. 5,7). Ich möchte glauben, daß sie sich im Freiland ebenso verhalten und werde in dieser Auffassung dadurch bestärkt, daß in meinen Massenfängen in beiden Jahren die Männchen einige Tage vor den Weibchen auftraten.

Männchen wie Weibchen gewannen ihre braune bis dunkelbraune Farbe erst ein bis zwei Tage nach dem Schlüpfen. Die Flügelscheiden der weiblichen Puppen dunkelten bereits etwa 24 Stunden vor dem Schlüpfen.

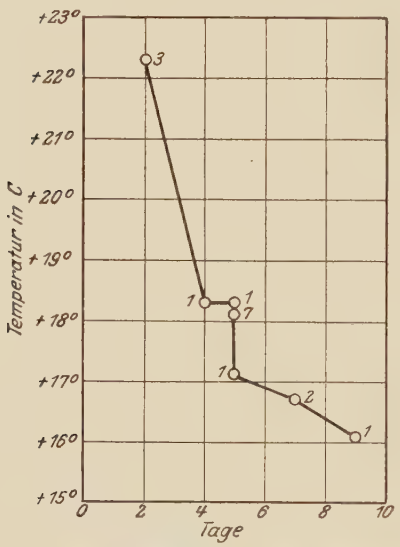


Abb. 3. Entwicklungsdauer des ersten Larvenstadiums von *L. cerealium* (Weibchen). Neben den Kreisen ist die Zahl der Individuen gegeben, auf die die betr. Punkte der Kurve sich stützen. Graphische Darstellung der in Tab. 1 mitgeteilten Daten.

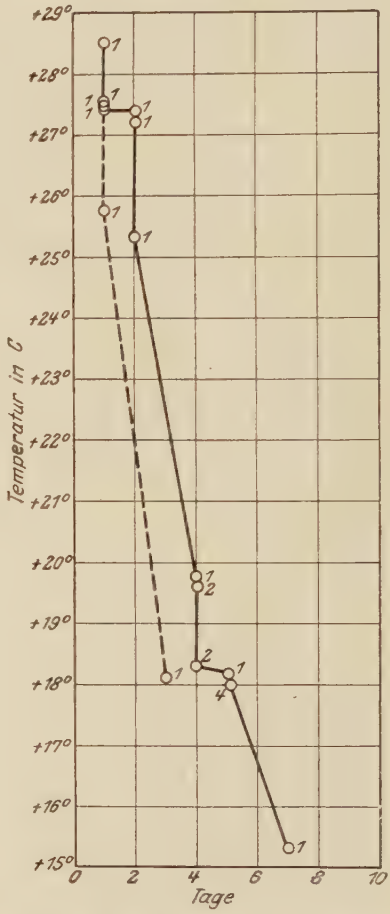


Abb. 4. Dauer der Puppenruhe bei *L. cerealium*. ——— ♀♀; - - - - - ♂♂. Neben den Kreisen ist die Zahl der Individuen gegeben, auf die die betr. Punkte der Kurven sich stützen. Graphische Darstellung der in Tab. 4 und 6 mitgeteilten Daten.

c) Generationsfolge.

Über die Generationsfolge von *L. cerealium* berichtet Jordan (1888) aus der Gegend von Hann.-Münden: „Ich beobachtete die ersten Exemplare am 3. Mai auf Roggen; an den Tagen vorher konnte ich kein Stück auf demselben Felde finden... Mit der Roggen- und Weizenernte werden

Tabelle 1.

Dauer des 1. Larvenstadiums von *Limothrips cerealium* (♀♀).

Nr.	Schlüpftermin	1. Häutung	Dauer des Stadiums in Tagen	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	25. 8.	3. 9.	9	+ 16,1
2	24. 8.	31. 8.	7	+ 16,7
3	24. 8.	31. 8.	7	+ 16,7
4	24. 8.	29. 8.	5	+ 17,1
5	15. 8.	20. 8.	5	+ 18,2
6	15. 8.	20 8.	5	+ 18,2
7	15. 8.	20. 8.	5	+ 18,2
8	15. 8.	20. 8.	5	+ 18,2
9	15. 8.	20. 8.	5	+ 18,2
10	15. 8.	20. 8.	5	+ 18,2
11	18. 8.	23. 8.	5	+ 18,2
12	17. 8.	22. 8.	5	+ 18,3
13	16. 8.	20. 8.	4	+ 18,3
14	9. 8.	11. 8.	2	+ 22,3
15	9. 8.	11. 8.	2	+ 22,3
16	9. 8.	11. 8.	2	+ 22,3

Tabelle 2.

Dauer des 2. Larvenstadiums von *Limothrips cerealium* (♀♀).

Nr.	Datum der 1. Häutung	Datum der 2. Häutung	Dauer des Stadiums in Tagen	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	22. 8.	28. 8.	6	+ 17,7
2	22. 8.	28. 8.	6	+ 17,7
3	14. 8.	18 8.	4	+ 18,8
4	11. 8.	14. 8.	3	+ 20,3

Tabelle 3.

Dauer des Vorpuppenstadiums von *Limothrips cerealium* (♀♀).

Nr.	Datum der 2. Häutung	Datum der 3. Häutung	Dauer des Stadiums in Tagen	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	27. 8.	30. 8.	3	+ 18,2
2	17. 8.	20. 8.	3	+ 18,3
3	23. 8.	25. 8.	2	+ 18,0
4	18. 8.	20. 8.	2	+ 18,6
5	18. 8.	20. 8.	2	+ 18,6
6	18. 8.	20. 8.	2	+ 18,6
7	28. 8.	30. 8.	2	+ 18,9
8	14. 8.	16. 8.	2	+ 19,3
9	29. 8.	30. 8.	1	+ 26,6

Tabelle 4.

Dauer der Puppenruhe bei *Limothrips cerealium* (♀♀).

Nr.	Datum der 3. Häutung	Datum der 4. Häutung	Dauer der Puppenruhe in Tagen	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	29. 8.	5. 9.	7	+ 15,3
2	25. 8.	30. 8.	5	+ 18,1
3	20. 8.	25. 8.	5	+ 18,1
4	20. 8.	25. 8.	5	+ 18,1
5	20. 8.	25. 8.	5	+ 18,1
6	18. 8.	23. 8.	5	+ 18,2
7	16. 8.	20. 8.	4	+ 18,3
8	16. 8.	20. 8.	4	+ 18,3
9	30. 8.	3. 9.	4	+ 19,6
10	30. 8.	3. 9.	4	+ 19,6
11	8. 7.	12. 7.	4	+ 19,7
12	26. 8.	28. 8.	2	+ 25,3
13	30. 8.	1. 9.	2	+ 27,3
14	1. 9.	3. 9.	2	+ 27,4
15	30. 8.	31. 8.	1	+ 27,4
16	6. 9.	7. 9.	1	+ 28,5

Tabelle 5.

Entwicklungsdauer von *Limothrips cerealium* (♀♀).

Nr.	Schlüpfen der Junglarve	Dauer des Junglarvenstadiums i. Tagen	1. Häutung	Dauer des Altlarvenstadiums i. Tagen	2. Häutung	Dauer des Vorpuppenstadiums i. Tagen	3. Häutung	Dauer des Puppenstadiums i. Tagen	4. Häutung (Schlüpfen des Vollkerfs)	Entwicklungsdauer in Tagen vom Schlüpfen der Junglarve bis zum Schlüpfen des Vollkerfs	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	15. 8. 27.	5	20. 8.	7	27. 8.	3	30. 8.	4	3. 9.	19	+ 18,5
2	13. 8.	?	?	?	23. 8.	2	25. 8.	5	30. 8.	17	+ 18,3
3	17. 8.	5	22. 8.	6	28. 8.	2	30. 8	4	3. 9.	17	+ 18,4
4	9. 8.	5	14. 8	4	18. 8.	2	20. 8.	5	25. 8.	16	+ 19,0
5	9. 8.	5	14. 8.	4	18. 8.	2	20. 8	5	25. 8.	16	+ 19,0
6	8. 8.	?	?	?	17. 8.	3	20. 8.	3	23. 8.	15	+ 19,6
7	7. 8.	?	?	?	14. 8.	2	16. 8.	4	20. 8.	13	+ 20,0
8	24. 8.	?	?	?	29. 8.	1	30. 8.	1	31. 8.	7	+ 26,0

Tabelle 6.

Dauer der Puppenruhe von *Limothrips cerealium* (♂♂).

Nr.	Datum der 3. Häutung	Datum der 4. Häutung	Dauer der Puppenruhe in Tagen	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	18. 8.	21. 8.	3	+ 18,1
2	28. 8.	29. 8.	1	+ 25,8
3	4. 9.	5. 9.	1	+ 27,5
4	2. 9.	3. 9.	1	+ 27,6

Tabelle 7.

Entwicklungsdauer von *Limothrips cerealium* (♂♂).

Nr.	Schlüpfen der Junglarve	Dauer des Junglarvenstadiums i. Tagen	1. Häutung	Dauer des Altlarvenstadiums i. Tagen	2. Häutung	Dauer des Vorpuppenstadiums i. Tagen	3. Häutung	Dauer des Puppenstadiums i. Tagen	4. Häutung (Schlüpfen des Vollkerfs)	Entwicklungsdauer in Tagen vom Schlüpfen der Junglarve bis zum Schlüpfen des Vollkerfs	Mittlere Tagestemperatur in ° C
1	18. 8.	5	23. 8.	5	28. 8.	3	31. 8.	2	2. 9.	15	+ 18,2
2	23. 8.	?	?	?	?	?	?	?	29. 8.	6	+ 25,8
3	29. 8.	?	?	?	?	?	?	?	3. 9.	5	+ 27,2

die hier lebenden Individuen... zum Teil getötet, zum Teil genötigt, schon in die Winterquartiere zu gehen, zum Teil veranlaßt, sich auf die noch grünenden Haferfelder und auf Gräser zu verbreiten. Auf Hafer, Sommerweizen, Gräsern leben die... Blasenfüße auch schon vorher in Mengen. Diese erst Ende August und im September reif werdenden Getreidearten geben den Larven der dritten Generation[1]) noch Nahrung genug, so daß sich aus ihnen eine Herbstgeneration entwickelt, welche das Hauptkontingent stellt zu den nach der Überwinterung im Frühjahr erscheinenden Getreideblasenfüßen."

Van Eecke (1922) rechnet für Holland mit 4 Generationen: „de eerste generatie is ongeveer in de tweede helft van Mei, begin Juni, volwassen, zoodat wij wel kunnen aaneemen, dat de ontwikkeling van ei tot imago minstens 5 weken duurt. De embryonale ontwikkeling duurt ongeveer 10—14 dagen, zoodat de larven en de zeer korte nymphenstadia in ongeveer 25 dagen doorloopen worden. In Nederland komen dus minstens vier generaties van *Limothrips cerealium* voor."

In Rücksicht darauf, daß sich in diesen wenigen, nicht einmal miteinander in Übereinstimmung befindlichen Angaben das Literaturmaterial über die Zahl der Bruten von *L. cerealium* in Nord- und Mitteleuropa erschöpft, richtete ich meine Aufmerksamkeit in den Jahren 1927 und 1928 auch auf diesen Gegenstand.

aa) Folge der Bruten im Jahre 1927. (Abb. 5.)

Aus dem Winterlager abgewanderte Stücke wurden erstmals Mitte April im Freien nachgewiesen. Bei der laufenden Untersuchung der Quartiere ergab sich aber, daß die Hauptmasse der Tiere erst Mitte Mai die Lager verließ. So wurden am 11. Mai zahlreiche Weibchen in einem ungeheizten Wohnraume[2]) an Fensterscheiben angetroffen: sie hatten offenbar im Hause überwintert und strebten jetzt ins Freie. Aus vertrockneten

[1]) Jordan hat hier wahrscheinlich die zweite Generation vor sich gehabt.

[2]) In Timmendorf, Lübecker Bucht.

Gramineenbüscheln verschwanden die letzten überwinterten Stücke erst im Laufe der zweiten Maihälfte.

Mit Fortschreiten der Vegetation wurden regelmäßige Beobachtungen auf Getreidefeldern vorgenommen. Sie mündeten in der Auswertung von Netzfängen, die — soweit die Witterung es erlaubte — wöchentlich einmal ausgeführt wurden. Einheitlich wurden 35 Fangschläge vorgenommen (= ein Einheitsfang. Der Bügel des verwendeten Fangnetzes hatte einen Umfang von 1 m, die Tiefe des Netzes betrug 55 cm. Der Stock, an dem das Netz montiert war, hatte eine Länge von 90 cm). — Da sich die Tiere bei verschiedener Witterung an verschiedenen Stellen der Wirtspflanze aufhalten und da mit dem Fangnetz die beispielsweise bei kaltem Wetter tief in den Blattscheiden sitzenden Thysanopteren nicht gefaßt werden können, schwankt die absolute Zahl der in den Fängen ein-

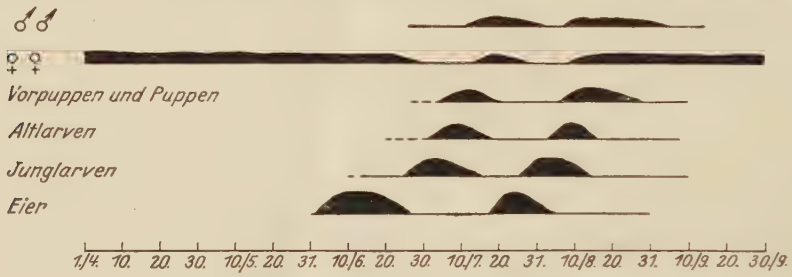


Abb. 5. Die Generationsfolge von *L. cerealium* im Jahre 1927.
Gestrichelte Linienführung besagt, daß das Vorhandensein des betr. Stadiums nur zu erschließen ist.

gebrachten Blasenfüße stark. Es dürfen daher nur die Ergebnisse der bei gleichem Wetter ausgeführten Fänge einer vergleichenden Betrachtung unterzogen werden.

Bei trockenem, warmen, und windstillem Wetter ist der Fang am ergiebigsten. Nur die bei dieser Konstellation durchgeführten Einheitsfänge sind in den Tabellen 8—12 festgehalten. Parallel zu den Einheitsfängen lief die nähere Untersuchung einzelner Pflanzen. Die Ergebnisse dieser Einzelbeobachtungen stehen mit den aus den Fängen gewonnenen Befunden in Einklang.

Tabelle 8 gibt die Ergebnisse der an Winterroggen auf dem Versuchsfeld der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt in Steenbeek durchgeführten Einheitsfänge wieder. Winterroggen bildete, weil am Beobachtungsort als hauptsächlichste Winterfrucht gebaut, den ersten Sammelpunkt für die Tiere. Ich wählte diese Getreideart als Standard für die Fänge an der Winterung, weil benachbart stehender Winterweizen durchschnittlich weniger befallen war. Auch ein Winterweizenschlag wurde aber regelmäßig befangen (s. Tab. 9).

In Abb. 5 ist die bildliche Darstellung des Generationsverlaufs von *L. cerealium* im Jahre 1927, so wie er sich nach den Einheitsfängen mit

Tabelle 8.

Limothrips cerealium auf Winterroggen in Steenbek (Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt) bei Kiel im Jahre 1927 (nach Einheitsfängen zu je 35 Fangschlägen).

Datum	Stückzahl je Einheitsfang					
	Junglarven	Altlarven	Vorpuppen und Puppen	Vollkerfe ♂♂	Vollkerfe ♀♀	Vollkerfe insgesamt
14. 6. . . .	—	—	—	—	9	9
27. 6. . . .	63	—	—	3	12	15
4. 7 . . .	47	27	5	3	4	7
16. 7. . . .	6	2	9	88	27	115
21. 7. . . .	2	—	—	41	9	50
27. 7. . . .	3	1	—	18	2	20
1. 8. . . .	1	—	—	8	8	16
10. 8. . . .	2	—	—	3	3	6
17. 8. . . .	2	—	—	12	19	31
24. 8. . . .	—	—	—	5	37	42
31. 8. . . .	—	—	—	4	24	28
7. 9. . . .	—	—	—	2	11	13

Tabelle 9.

Limothrips cerealium auf Winterweizen in Steenbek (Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt) bei Kiel im Jahre 1927 (nach Einheitsfängen zu je 35 Fangschlägen).

Datum	Stückzahl je Einheitsfang					
	Junglarven	Altlarven	Vorpuppen und Puppen	Vollkerfe ♂♂	Vollkerfe ♀♀	Vollkerfe insgesamt
16. 6. . . .	—	—	—	—	—	—
16. 7 . . .	7	—	—	17	8	25
21. 7. . . .	11	1	—	11	7	18
27. 7. . . .	38	1	—	17	14	31
1. 8. . . .	16	—	—	11	11	22
10. 8 . . .	4	—	—	13	22	35
17. 8. . . .	1	—	—	33	29	62

Tabelle 10.

Limothrips cerealium auf Hafer in Steenbek (Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt) bei Kiel im Jahre 1927 (nach Einheitsfängen zu je 35 Fangschlägen).

Datum	Stückzahl je Einheitsfang					
	Junglarven	Altlarven	Vorpuppen und Puppen	Vollkerfe ♂♂	Vollkerfe ♀♀	Vollkerfe insgesamt
16. 6. . . .	—	—	—	—	—	—
26 6 . . .	—	—	—	—	—	—
27. 7. . . .	60	3	1	1	28	29
4. 8. . . .	253	17	—	3	10	13
10. 8 . . .	158	144	83	390	470	860
17. 8. . . .	2	2	2	127	384	511
24. 8 . . .	2	8	22	145	621	766
31. 8. . . .	4	—	2	43	310	353
7. 9. . . .	6	3	1	19	103	122

dem Ketschernetz und den Präparationsergebnissen der Wirtspflanze darstellt, versucht.

Die ersten Stücke wurden am 13. Juni von Winterroggen (Tungendorf bei Neumünster) eingetragen. Der Roggen war noch nicht geschoßt. Der Besiedlungsgrad erfuhr bis in die zweite Maihälfte noch kaum eine Veränderung. Auch Anfang Juni konnten von Winterroggen nur vereinzelte Blasenfüße eingetragen werden. Die Tiere scheinen nach Verlassen des Lagers nicht immer sogleich ihre Brutpflanzen aufzusuchen, sondern einige Zeit auf der Nahrungssuche zu vagabundieren.

In Blüten des Scharbockskrautes (*Ranunculus ficaria* L.) wurde z. B. Ende April *L. cerealium* — allerdings nur in wenigen Stücken — nachgewiesen. Wildgräser, die auch zu den Wirtspflanzen der Art zu rechnen sind, waren schon frühzeitig stärker besiedelt (Beobachtung vom 8. Mai in Tungendorf). Erst Anfang Juni wurden an Getreide (Winterroggen) regelmäßig größere Thripsmengen gezählt.

In der zweiten Junihälfte stieß ich bei der Präparation häufig auf tote Weibchen. Offenbar handelte es sich dabei um Vertreter der nunmehr allmählich absterbenden überwinterten Generation. Anfang Juli waren die Altweibchen fast völlig verschwunden.

Am 1. Juni wurden die ersten Eier, und zwar an Winterroggen gefunden. Die meisten Ähren waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht geschoßt. In der Folge belebte sich die Legetätigkeit schnell, und schon am 4. Juni waren die Eier in großer Zahl an Roggen anzutreffen.

Die ersten Junglarven sah ich am 14. Juni hinter den unteren Blattscheiden der Pflanzen, sie müssen aber schon früher aufgetreten sein, denn der Fang vom 27. Juni brachte schon erwachsene Männchen. Ende Juni (vgl. Tab. 8) begannen die Junglarven sich in stärkerer Zahl zu zeigen. In den letzten Junitagen hatte die Zahl der Eier erheblich abgenommen; im Einklang damit wurden vom 16. Juli ab nur noch vereinzelte Junglarven beobachtet. Altlarven sind hauptsächlich in der Zeit vom 4. Juli bis 16. Juli aufgetreten, auch die Hauptmasse der Vorpuppen und Puppen hatte ihre Entwicklung bald nach dem 16. Juli abgeschlossen. Ab Mitte Juli schlüpften die Vollkerfe dieser Generation, und zwar zeigten sich die ersten Männchen 3—4 Tage vor den Weibchen.

In der zweiten Julihälfte wanderten die allein flugfähigen Weibchen auf die bis dahin spärlich besiedelte, inzwischen geschoßte Sommerung. Diese bot den Tieren wahrscheinlich bessere Nahrungsquellen als das bereits reifende Wintergetreide. Hafer (s. Tab. 10) wurde gegenüber Gerste bevorzugt. Wenige Stücke blieben wohl auch auf dem Roggen und legten hier weiter ihre Eier ab; die diesen entstammenden Junglarven wurden in geringer Zahl bis Mitte August (s. Tab. 8) beobachtet. Eine Weiterentwicklung trat jedoch — wahrscheinlich aus Nahrungsmangel — nicht ein.

Auf der Sommerung kam es alsbald nach der Zuwanderung der jungen Weibchen zu reger Legetätigkeit. Besonders der Hafer wurde reichlich bestiftet. Am 22. Juli fand ich die Eier schon in großen Mengen in den Spelzen. Am 6. August hatte ihre Zahl bereits wieder erheblich abgenommen, vollkommen fehlten die Eier erst ab Ende August. Die Junglarven schlüpften in der Hauptmasse Ende Juli/Anfang August; ihre Entwicklung war nach dem ersten Augustdrittel zur Hauptsache abgeschlossen. In dem Fang vom 10. August wurde die größte Zahl Altlarven beobachtet. An demselben Tage fanden sich bereits zahlreiche Vorpuppen und Puppen; diese waren jedoch auch am 24. August noch verhältnismäßig stark vertreten. Die am 7. August ausgeführte Präparation einzelner Pflanzen brachte bereits frisch geschlüpfte Männchen in größerer Zahl; Weibchen wurden an diesem Tage erst vereinzelt beobachtet, sie fanden sich erstmals in dem Fang vom 10. August in großer Menge. Es traten also wieder die Männchen einige Tage früher in Erscheinung als die Weibchen. In geringer Anzahl wurden Larven, Vorpuppen und Puppen auch noch später im Jahre, und zwar bis Anfang September auf Hafer festgestellt.

Die Männchen sind flügellos. Sie verbleiben auf ihren Futterpflanzen und gehen hier bald nach Tätigung des Fortpflanzungsgeschäftes zugrunde. Auf dem Winterroggen ging ihre Zahl ab Ende Juli erheblich zurück, einzelne Stücke wurden jedoch dort auch Anfang September noch angetroffen (s. Tab. 8). Auch die Männchen der zweiten Generation starben nach vollzogener Begattung; eine starke Abnahme in ihrer Zahl war in den letzten August- und ersten Septembertagen festzustellen.

Inzwischen setzte die Abwanderung der Weibchen in die Winterlager ein. Gelegentlich beobachtetes verstärktes Auftreten von erwachsenen Weibchen auf reifem Roggen (s. Tab. 8) war wohl auf zufällige Ansammlung anläßlich der Massenflüge zurückzuführen. Nahrung hätte der überreife Roggen den Tieren nicht mehr bieten können. Ein bis dahin nahezu befallsfreier Sommerroggenschlag wurde Mitte August plötzlich — wahrscheinlich gleichfalls von schwärmenden — Weibchen besiedelt gefunden.

In einem Falle waren Junglarven am 27. Juli verhältnismäßig zahlreich auf Winterweizen nachzuweisen (s. Tab. 9). Es schien, daß die zweite Generation auch auf der Winterung zustande kommen sollte. Die junge Brut entwickelte sich jedoch — offenbar aus Nahrungsmangel — nicht weiter. Unerklärlich bleibt jedoch das Auftreten einer größeren Zahl männlicher Individuen am 17. August (s. Tab. 9).

bb) Folge der Bruten im Jahre 1928. (Abb. 6.)

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Jahres 1928 sind in den Tabellen 11 und 12 niedergelegt. Diese Daten wurden stets auf derselben Roggen- bezw. Haferparzelle gewonnen. Die Fangtechnik wurde auf

Grund der 1928 gewonnenen Erfahrungen geändert. Da der Einheitsfang nur begrenzt eine quantitative Auswertung erlaubt, wurde das System gleicher Fangschlagzahlen verlassen und statt dessen eine möglichst große Menge von Individuen zu erbeuten gesucht. Damit ließ sich das zahlenmäßige Verhältnis der Entwicklungsstadien zueinander unter Verzicht auf quantitative Vergleichsmöglichkeit mit genügender Sicherheit klarlegen.

Die ersten aus dem Winterlager abgewanderten Stücke wurden am 10. April (Versuchsfeld der Zweigstelle Kiel in Kitzeberg) eingetragen. Wie im Vorjahre traten die Blasenfüße in größeren Mengen zuerst an Wildgräsern auf. So wurden in einem am 25. April vorgenommenen Fang an Gräsern an einem Knick 9 Weibchen gezählt, während an demselben Tage in zahlreichen Fängen auf Getreide nur gelegentlich ein Blasenfuß gefunden wurde. Mitte Mai setzte dann allmählich eine stärkere Besiedlung des Winterroggens ein (s. Tab. 11). Dieser stand damals kurz

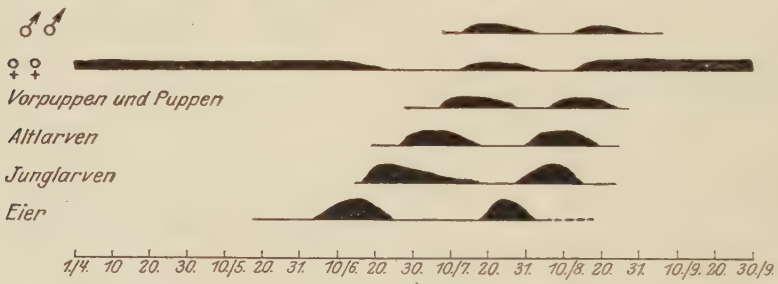


Abb. 6. Die Generationsfolge von *L. cerealium* im Jahre 1928.
Gestricheite Linienführung besagt, daß das Vorhandensein des betr. Stadiums nur zu erschließen ist.

vor dem Schossen. Ende Mai/Anfang Juni konnte *L. cerealium* hier in größerer Zahl gefangen werden. Sehr früher Winterroggen (Johannisroggen) wurde ein wenig zeitiger und stärker besiedelt gefunden; der Massenfang ergab hier z. B. am 8. Mai 14 Weibchen, während auf später sich entwickelndem Roggen am 10. Mai 2 Weibchen in einem Fang gezählt wurden. Am 25. Mai hatte sich der Unterschied in der Befallsstärke aber annähernd ausgeglichen (31 Weibchen auf frühreifendem, 35 Weibchen auf später reifendem Roggen).

Die Winterquartiere wurden gleichzeitig laufend unter Beobachtung gehalten. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen decken sich mit denen der Massenfänge. Danach hat sich die Abwanderung aus dem Lager ungefähr von Mitte April bis Ende Mai erstreckt.

Die ersten Eier wurden in geringer Zahl am 18. Mai an Winterroggen (Johannisroggen) hinter Blattscheiden festgestellt. Die Halme hatten zum Teil schon die Grannenspitzen der Ähren hervorgeschoben. Größere Eimengen konnten aber erst am 6. Juni gezählt werden. 20 Tage später hatte ihre Zahl wieder erheblich abgenommen.

Tabelle 11.

Limothrips cerealium auf Winterroggen in Heikendorf bei Kiel im Jahre 1928 (nach Massenfängen).

Datum	Stückzahl je Massenfang					
	Jung-larven	Alt-larven	Vor-puppen und Puppen	Vollkerfe		
				♂♂	♀♀	insgesamt
10. 5.	—	—	—	—	2	2
18. 5.	—	—	—	—	12	12
25. 5.	—	—	—	—	31	31
2. 6.	—	—	—	—	108	108
9. 6.	—	—	—	—	58	58
19. 6.	407	7	—	—	68	68
28. 6.	85	36	1	—	12	12
9. 7.	8	60	123	15	6	21
13. 7.	34	52	64	331	116	447
25. 7.	1	6	27	79	60	139
3. 8.	2	—	4	82	261	343
9. 8.	—	2	—	15	25	40
15. 8.	—	—	—	3	7	10
23. 8.	—	—	—	8	7	15
1. 9.	—	—	—	1	7	8
7. 9.	—	—	—	—	1	1
13. 9.	—	—	—	—	12	12
19. 9.	—	—	—	—	—	—
29. 9.	—	—	—	—	—	—

Tabelle 12.

Limothrips cerealium auf Hafer in Heikendorf bei Kiel im Jahre 1928 (nach Massenfängen).

Datum	Stückzahl je Massenfang					
	Jung-larven	Alt-larven	Vor-puppen und Puppen	Vollkerfe		
				♂♂	♀♀	insgesamt
25. 5.	—	—	—	—	2	2
2. 6.	—	—	—	—	2	2
19. 6.	—	—	—	—	1	1
28. 6.	—	—	—	—	5	5
9. 7.	4	2	2	—	7	7
13. 7.	3	4	9	12	81	93
25. 7.	22	13	3	24	133	157
3. 8.	455	114	6	63	77	140
9. 8.	104	53	24	25	80	105
15. 8.	9	23	16	112	143	255
23. 8.	3	12	16	165	117	282
1. 9.	—	—	—	3	37	40
7. 9.	—	—	—	2	12	14
13. 9.	—	—	—	—	15	15
19. 9.	—	—	—	—	—	—
29. 9	—	—	—	—	—	—

Der 15. Juni brachte die ersten Junglarven zur Beobachtung; am 19. Juni waren diese in großer Anzahl vorhanden (s. Tab. 11). Altlarven wurden zahlreich vom 28. Juni bis 13. Juli gefunden, Vorpuppen und Puppen waren vom 9. Juli bis 25. Juli in den Einheitsfängen stark vertreten (s. Tab. 11). Am 9. Juli traten die ersten männlichen Vollkerfe in Erscheinung; 4 Tage später schlüpften die ersten Weibchen.

Schon am 13. Juli waren Weibchen der neuen Generation auf Hafer übergegangen (s. Tab. 12). Hier wurden ihre Eier in der zweiten Julihälfte zahlreich gefunden. Die Entwicklung dieser Generation ist offenbar sehr schnell vor sich gegangen, denn am 3. August waren auf Hafer viele Junglarven festzustellen. Altlarven fanden sich am 3. und 9. August zahlreich; an diesem Tage wurden auch Vorpuppen und Puppen in größerer Menge sichergestellt. Der Fang am 15. August brachte schon wieder eine deutliche Zunahme der Vollkerfe.

Die letzten Männchen wurden Anfang September beobachtet.

Ein geringer Teil der aus dem Winterlager abgewanderten Stücke scheint nach Tabelle 12 bereits auf dem Hafer zur Fortpflanzung geschritten zu sein. In diesem Falle wäre also ein Teil der ersten Generation schon auf der Sommerung herangewachsen. Doch geht aus den Tabellen 11 und 12 hervor, daß die Frühjahrsbrut mengenmäßig auf der Winterung viel stärker als auf der Sommerung vertreten war. Zeitlich fiel das Auftreten der einzelnen Entwicklungsstadien auf dem Hafer mit dem Erscheinen der letzten Vertreter der entsprechenden Stadien auf dem Roggen zusammen.

cc) Folgerungen.

Die Abwanderung aus dem Winterlager erstreckte sich 1927 wie 1928 von Mitte April bis Ende Mai.

In beiden Jahren wurden 2 Generationen beobachtet. Die überwinterten Weibchen erzeugten auf der Winterung die erste Generation mit Männchen und Weibchen. Die Weibchen, die im Gegensatz zu den Männchen geflügelt sind, gingen auf die Sommerung über, während die Männchen an der Geburtsstätte zurückblieben. Auf der Sommerung gaben die Weibchen der zweiten Generation das Leben, die wiederum sowohl Männchen wie Weibchen lieferte. Während die ungeflügelten Männchen auch jetzt wieder an der Geburtsstätte zurückblieben, begaben sich die Weibchen bald in die Winterquartiere. Dieses Bild tritt ziemlich klar heraus, obwohl in beiden Sommern alle Entwicklungsstadien lange Zeit nebeneinander gefunden werden konnten.

Die Zeitspanne von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Vollkerfe ist für beide Generationen in der Tabelle 13 aufgezeichnet. Die Entwicklung der ersten Generation dauerte in beiden Jahren von Anfang Juni bis Mitte Juli (1927 40 Tage, 1928 36 Tage). Sie erstreckte sich in

Tabelle 13.

Beziehungen zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer der Generationen von *Limothrips cerealium* 1927 und 1928.

		Beginn der Eiablage	Schlüpfen der ersten Vollkerfe	Entwicklungsdauer in Tagen	Mittlere Tagestemperatur für die Zeit der Entwicklung in °C
1. Generation	1927	2. 6.	12. 7.	40	+ 14,9
	1928	6. 6.	12. 7.	36	+ 15,5
2. Generation	1927	18. 7.	10. 8.	23	+ 19.3
	1928	18. 7.	15. 8.	28	+ 16,8

beiden Jahren im Einklang mit den im Juni und Juli tieferen Temperaturen über einen wesentlich längeren Zeitraum als die der zweiten, im Hochsommer heranwachsenden Brut. Diese entwickelte sich in der dritten Julidekade und in der ersten Augusthälfte. Über der Gesamtentwicklung von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Imagines verstrichen bei der zweiten Generation 1927 23 Tage und 1928 28 Tage (s. Tab. 13).

Aus Tabelle 13 geht weiter hervor, daß die mittlere Tagestemperatur während der Entwicklung der ersten Brut 1928 (15,5°) um 0,6° höher war als 1927 (14,9°). Damit dürfte auch die kürzere Entwicklungsdauer der ersten Generation im Jahre 1928 gegenüber 1927 zu erklären sein.

Die zweite Brut entwickelte sich 1927 im Einklang mit der zur fraglichen Zeit um 2,5° höheren mittleren Tagestemperatur schneller als 1928. (Mittlere Tagestemperatur während der Entwicklung der zweiten Brut 1927 19,3°, 1928 16,8°.)

Die im Freiland beim Studium der Generationsfolge ermittelten Daten für die Dauer der Entwicklung von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Vollkerfe stehen im Einklang mit den in Laboratoriumszuchten gewonnenen Befunden (vgl. S. 455). Hier verstrichen vom Schlüpfen der Junglarve bis zum Schlüpfen des Vollkerfs bei + 18,5° 17—19 Tage; die Dauer der Eientwicklung bei derselben Temperatur betrug etwa 9 Tage (s. S. 457), so daß bei 18,5° die Gesamtentwicklung etwa 26—28 Tage in Anspruch nahm.

d) Massenschwärmen.

Bekanntlich schwärmen manche Arten der sonst so versteckt lebenden Getreidethysanopteren an heißen Sommertagen in großen Mengen. Die häufig zu Millionen fliegenden Fransenflügler können den Menschen recht lästig werden. Sie verursachen durch Herumkriechen auf der Haut, wo sie Schweiß saugen sollen (Blunck 1925), einen unangenehmen Juckreiz, dringen auch in Ohren, Nase und Augen ein und sollen dann unter

Umständen sogar Entzündungen hervorrufen. Die Erntearbeiter haben in Schleswig-Holstein unter den Massenflügen häufig ernstlich zu leiden. Im August 1925 war die Belästigung durch fliegende Blasenfüße in Timmendorfer Strand (Lübecker Bucht) so groß, daß viele Badegäste den Kurort verließen. Ludwig (1912) berichtet 1912 von so starken Schwärmen in Laboe (Kieler Förde), daß der Aufenthalt im Freien unmöglich war. Zimmermann (Ludwig 1912) schreibt gleichfalls von einer „starken Belästigung" (Rostock Ende Juli). An Schwarmtagen werden die Thysanopteren auch im Innern der Häuser beobachtet; hier sind sie besonders massenhaft an Fensterscheiben, in Schränken, unter dem Glase eingerahmter Bilder und in anderen Schlupfwinkeln verschiedenster Art zu finden. In einem Falle[1]) wurden sogar im Innern einer Taschenuhr Blasenfüße nachgewiesen.

Die schwärmenden Tierchen lassen sich auf hellen wie auf dunklen Gegenständen nieder. Naturgemäß werden sie auf hellem Untergrund leichter bemerkt als auf dunklem. So mag es scheinen, daß helle Flächen bevorzugt werden. Ich habe aber auf Grund von Auszählungen den Eindruck gewonnen, daß ein Unterschied hinsichtlich der Farbe des Ruhepunktes nicht gemacht wird.

Die meisten Meldungen über das Massenschwärmen der Thysanopteren liegen aus dem nördlichen Mitteleuropa vor. Die dem Verfasser bekannt gewordenen Schwärme wurden in Holland (1922), Schleswig-Holstein, Mecklenburg (Rostock, Satow),[1]) Pommern (Stralsund, Rügen)[2]) und in der Mark Brandenburg beobachtet. Nach Jordan (1888) ist ein massenhaftes Einwandern in die Häuser in den niederrheinischen Gegenden eine bekannte Erscheinung.

Die Beschränkung des Phänomens auf Nordeuropa hängt damit zusammen, daß vor allem der dort so besonders häufige *L. cerealium* zum Schwärmen neigt. Soweit ich in den Jahren 1927 und 1928 feststellen konnte, stellt diese Art 95—100% des Schwarmbestandes. Da die Männchen ungeflügelt sind, bestehen die Schwärme nur aus Weibchen.

Die Massenflüge leiten das Aufsuchen des Winterlagers ein. Es ist wohl sicher, daß die Tiere auf der Suche nach Schlupfwinkeln zur Überwinterung in die Häuser gelangen. Die Massenflüge führen aber nicht immer unmittelbar in die Winterquartiere. So fanden sich in einem Falle am 24. August 1927 in Steenbek bei Kiel an bis dahin befallfreiem, spätreifenden, zu dieser Zeit noch grünen Sommerweizen nach einem Schwarmtage plötzlich zahlreiche Thysanopteren. Auch an vereinzelt nachschossenden Trieben auf Stoppelfeldern konnten um diese Zeit außergewöhnlich viele Fransenflügler nachgewiesen werden. Somit scheinen die Tiere vor Aufsuchen der Lager kurze Zeit zu vagabundieren und

[1]) Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Langenbuch.
[2]) Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Reg. Rat Dr. Bremer.

nehmen dabei wohl auch noch Nahrung auf. Sie kommen vom reifenden bezw. reifen Getreide. Oft wird dieses erst verlassen, wenn es schon geschnitten ist und in Hocken auf dem Felde steht. Zweifellos bietet es ihnen dann keine zusagende Nahrung mehr. Wie weit das Streben nach neuen Weideplätzen bei dem Auftreten der Massenschwärme mitspricht, muß aber noch dahingestellt bleiben.

Der Volksmund bringt die Schwärme mit einer gewissen Gewitterneigung in der Luft in Zusammenhang und bezeichnet daher die Blasenfüße als „Gewitterfliegen". Es schien daher von Interesse, die Abhängigkeit des Schwärmphänomens von der jeweiligen Wetterlage zu prüfen. Außerdem waren die Massenflüge kalendermäßig festzulegen. Als Grundlage für dahingehende Untersuchungen lagen Aufzeichnungen aus dem Jahre 1926 von Herrn Prof. Blunck vor, die dem Verfasser zur Auswertung überlassen wurden und in Abb. 7 u. 9 graphisch festgehalten sind. 1928 wurde versucht, Stärke und Richtung der Schwärme zahlenmäßig zu erfassen. Auf dem Versuchsfelde der Zweigstelle Kiel in Kitzeberg wurden 2 Holztafeln von je etwa 1 qm Größe aufgestellt. Sie standen auf Pfählen frei in einem Kartoffelacker einige Meter voneinander entfernt. Die Flächen der einen Tafel waren nach Nord bezw. Süd, die der anderen nach Ost bezw. West gerichtet. Der Abstand der unteren Tafelkanten vom Erdboden betrug 1 m. Jede Fläche wurde mit Pergamentpapier (100 × 75 cm) bespannt und dieses mit hellem Raupenleim bestrichen. Das Papier wurde des öfteren erneuert. Um die anhaftenden Thysanopteren leichter sehen zu können, wurden die Tafelflächen in weißer Farbe gehalten. Die Untersuchung lief vom ersten schwachen Massenflug (17. VII.) bis zum gänzlichen Verschwinden der Fransenflügler (21. IX.).

Die in den graphischen Darstellungen wiedergegebenen meteorologischen Daten sind den „Wetterberichten der Deutschen Seewarte" entnommen. Da die Schwärme vorzugsweise in den Mittags- oder Nachmittagsstunden zu beobachten sind, wurden für die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit die für 14 Uhr in Kiel angegebenen Werte zugrunde gelegt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Abbildungen 7—11 niedergelegt. Da die gefangenen Blasenfüße täglich am zeitigen Vormittag abgesammelt wurden, mußten bei der Auswertung die Wetterdaten des vorhergehenden Tages eingesetzt werden. Hatten die Thysanopteren stark geschwärmt, so wurde der Zeitersparnis halber nur $^1/_4$ der mit Raupenleim bestrichenen Fläche ausgezählt. Zur Erlangung einer Vergleichsmöglichkeit mit den Fangergebnissen anderer Tage wurde dann die gefundene Zahl mit 4 multipliziert.

Bei Betrachtung der Abbildungen zeigt sich folgendes: die Annahme, daß die Hauptflüge bei Gewitterneigung verlaufen, wird durch die vorliegenden Beobachtungen nicht gerechtfertigt. Die Empfindung der Gewitterschwüle wird bei den Menschen durch eine gewisse Temperatur-

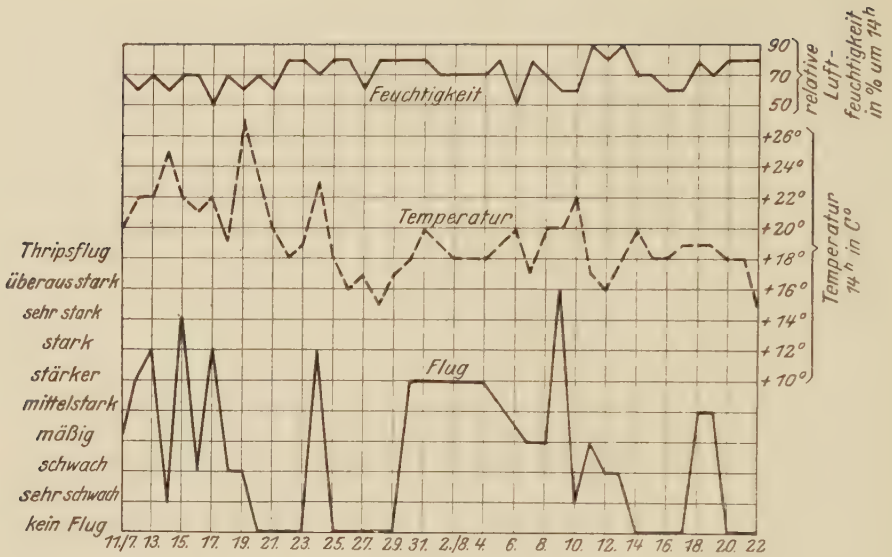


Abb. 7. Beziehungen der Massenflüge zur Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit (1926).

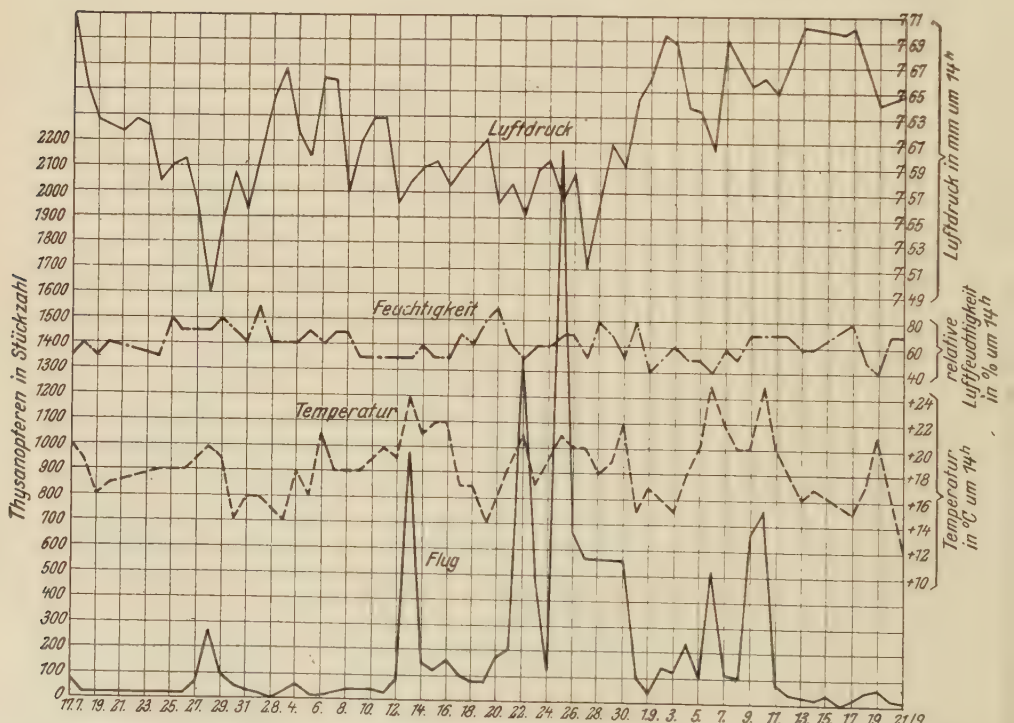


Abb. 8. Beziehungen der Massenflüge zur Temperatur, zur relativen Luftfeuchtigkeit und zum Luftdruck (1928).

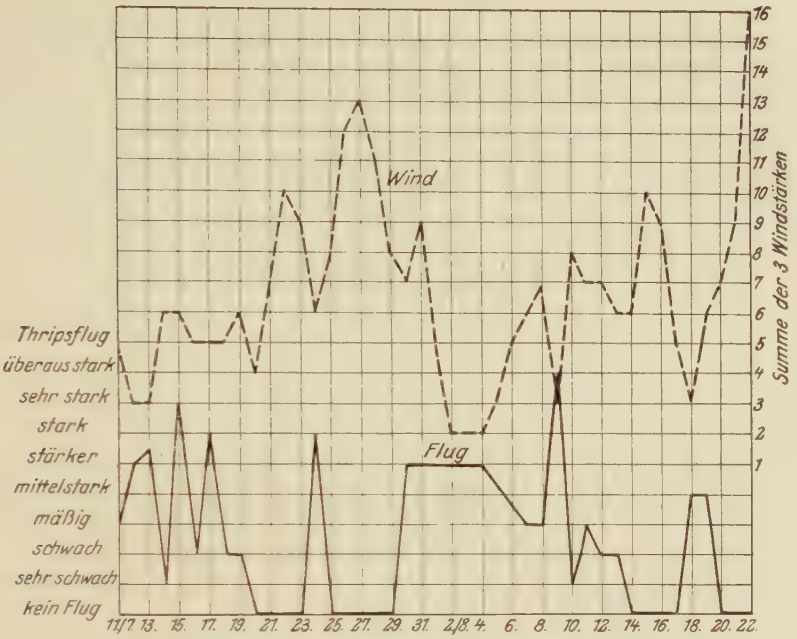


Abb. 9. Beziehungen der Massenflüge zur Windstärke (1926).

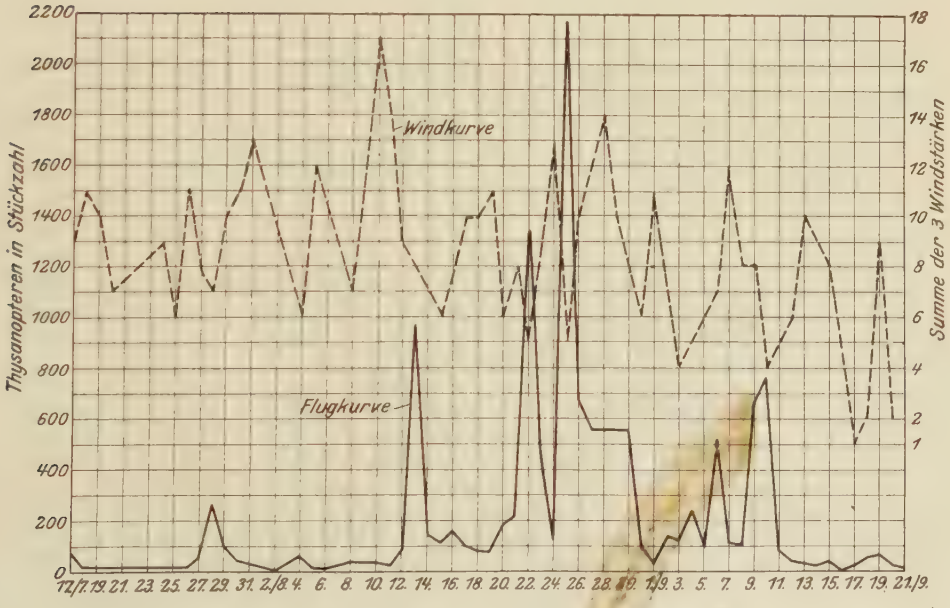


Abb. 10. Beziehungen der Massenflüge zur Windstärke (1928).

höhe mit hoher relativer Luftfeuchtigkeit ausgelöst. Nach Börnstein (1906) ist die hohe Luftfeuchtigkeit für dieses Gefühl in erster Linie verantwortlich zu machen. Aus den Abbildungen 7 und 8 geht hervor, daß an Schwarmtagen durchaus nicht eine besonders hohe Luftfeuchtigkeit herrschte. Eher könnte man von einer mittleren und niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit bei den Schwarmzeiten sprechen. — Es wäre aber denkbar, daß die Thysanopteren an schwülen Tagen mehr dürsten und dann durch das Schweißsaugen verhältnismäßig lästiger fallen

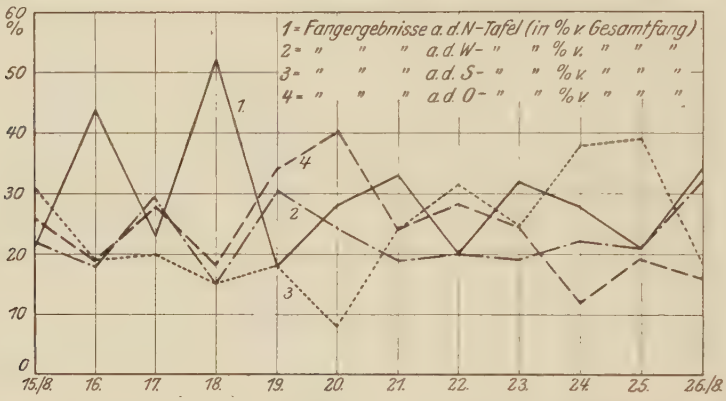


Abb. 11. Richtung der Schwarmflüge vom 15. August bis 26. August 1928.

als an anderen Tagen. Damit mag die allgemeine Annahme zusammenhängen, daß die Blasenfüße besonders zahlreich an schwülen Tagen schwärmen.

Dagegen ist eine gewisse Höhe der Temperatur Voraussetzung für das Schwärmen. Die Abbildungen 7 und 8 geben darüber Aufschluß. Bei stärkeren Flügen war stets eine Temperatur von mindestens 18—20° C zu verzeichnen.

Bei stärkerem Wind konnten Massenflüge nicht beobachtet werden. Die von der Seewarte täglich registrierten drei Windstärken

Tabelle

Windstärke und -richtung vom 15. 8. bis 26. 8. 1928 in Kiel

Datum	15. 8.	16. 8.	17. 8.	18. 8.
Windstärke und -richtung um 8h	SW2	SSE3	NW4	WSW3
" " " " 14h	SSW3	S3	N3	WSW4
" " " " 19h	SW1	S2	WNW3	W3

wurden addiert und in den Abbildungen 9 und 10 zusammen mit der Flugkurve wiedergegeben. Tage, an denen größere Schwärme sichergestellt wurden, weisen eine Windstärkensumme von höchsten 8 (in einem Falle 9), also eine mittlere Windstärke von 2—3 auf.

Weiter besagen die Abbildungen 11 und die Tabelle 14, daß die Richtung mäßigen Windes auf die des Fluges keinen Einfluß hat. Es sind in der Abb. 11 die Zahlen der an den 4 nach verschiedenen Seiten gerichteten Tafeln gefangenen Thysanopteren in Prozent vom Gesamtfang wiedergegeben. In Tab. 14 sind die Daten der Windrichtung und Stärke für jeden Tag aufgezeichnet. Am 20. August 1928 wurden z. B. bei nördlichen Winden (Windstärke 2) an der Osttafel[1]) 40% und an der Nordtafel nur 28% des Gesamtfanges festgestellt.

Wechselbeziehungen zwischen Höhe des Luftdrucks und Schwarmstärke bestehen offenbar nicht (s. Abb. 8).

Selbstverständlich sind mit Temperatur und Windstärke noch nicht alle den Thripsflug bestimmenden Witterungsfaktoren erfaßt. Es kann also nicht behauptet werden, daß bei günstiger Konstellation der beiden genannten Faktoren ein Massenflug eintreten muß. Umgekehrt ist aber bei niederer Temperatur und stärkerem Wind nach vorliegenden Befunden ein wesentlicher Schwarm nicht zu erwarten.

2. Haplothrips aculeatus F. (Abb. 21 u. 22).

Die Morphologie des zu den Tubuliferen zu stellenden *H. aculeatus (Phleothrips frumentaria* Bel.) ist von Priesner (1928) beschrieben. Im Gegensatz zu den Limothripsen sind bei Haplothrips beide Geschlechter geflügelt und unterscheiden sich im Habitusbild nur wenig voneinander.

Die Jugendstadien von *H. aculeatus* wurden in Übereinstimmung mit den Befunden Lindemanns (1886) vornehmlich an den Ähren des Getreides, nur selten aber hinter den Blattscheiden beobachtet. Die auffallend rot gefärbten Larven sind sehr lebhaft und entfliehen bei Beunruhigung wesentlich schneller als die Jugendstadien von *L. cerealium* und *L. denticornis*. Es gelang mir daher nicht, sie mit der für *L. cerealium* angewandten Zuchtmethode aufzuziehen (vgl. S. 455).

An den Massenflügen nahm *H. aculeatus* nicht oder nur selten und dann nur in wenigen Stücken teil.

14.
(nach den Wetterberichten der Deutschen Seewarte).

19. 8.	20. 8.	21. 8.	22. 8.	23. 8.	24. 8.	25. 8.	26. 8.
WSW3	NNW1	ESE3	SW1	SW3	WNW3	S2	W2
WSW4	NW2	SE4	SSE2	WSW4	WNW3	S2	WSW4
W4	NW3	SSW1	ENE2	W2	NNW2	SE1	W4

Generationsfolge.

Über die Generationsfolge von *H. aculeatus* hat Lindemann (1886) in der Gegend von Moskau Untersuchungen angestellt. Er faßt die Er-

[1]) d. h. an der nach Osten gerichteten Tafelfläche.

gebnisse wie folgt zusammen: „Die erste Generation[1]) erwachsener Blasenfüße erscheint von der Mitte des Mai. Die zweite Generation erscheint in der zweiten Hälfte des Juli. Die erste Brut bewohnt die Roggenähren von Ende Mai bis in die zweite Hälfte des Juli. Die zweite Larvenbrut lebt in den Weizenähren von Mitte Juni bis in den Herbst." Auch Jordan (1888) nimmt zwei Generationen an.

Verfasser verfolgte den Verlauf der Bruten an Getreide. Die zur Klärung der Generationszahl von *L. cerealium*[2]) vorgenommenen Einheitsfänge lieferten auch *H. aculeatus* stets in solcher Menge, daß wohl ein Schluß auf die Folge der Bruten gezogen werden darf.

aa) Folge der Bruten im Jahre 1927.

Die Abwanderung aus dem Winterlager setzte im Frühjahr aus tief und feucht gelegenen Quartieren Ende März ein (vgl. S. 489). Mitte Mai etwa war sie hier beendet. An trockeneren und höher gelegenen Plätzen wurde die Art jedoch auffallenderweise auch noch in der zweiten Maihälfte im Lager gefunden.

Wie *L. cerealium* scheint *H. aculeatus* nach dem Verlassen der Quartiere zunächst nahrungssuchend zu vagabundieren. So wurden am 11. April 1927 in Kitzeberg die ersten abgewanderten Exemplare von Frühlingsblumen (Anemone nemorosa) eingetragen. In der Folge wurden die Tiere an Wildgräsern und Frühlingsblumen bald zahlreich.

Auf Winterroggen trat die Art erst Anfang Juli häufiger in Erscheinung (s. Tab. 15). Eine Junglarve wurde hier bereits am 27. Juni beobachtet, größere Mengen traten jedoch erst in der zweiten Julihälfte auf; vereinzelte Stücke waren auch noch Anfang September festzustellen. Altlarven wurden vom 16. Juli bis 10. August zahlreich eingetragen; die Hauptmasse der Vorpuppen und Puppen war vom 27. Juli bis 17. August an Winterroggen anzutreffen. Die neue Generation war etwa Mitte August erwachsen, der Fang vom 10. August brachte erstmals frisch geschlüpfte Vollkerfe.

Winterweizen (s. Tab. 16) zeigte Mitte Juli stärkeren Befall, zu derselben Zeit wurden dort auch bereits vereinzelte Junglarven gefangen. Die Menge der jungen Larven wuchs bis zum 10. August. Am 17. August waren sie nur noch in geringer Zahl zu beobachten. Altlarven wurden besonders zahlreich am 10. August, Vorpuppen und Puppen am 17. August eingetragen. Gleichzeitig nahm auch die Menge der erbeuteten Vollkerfe deutlich zu.

Hafer (s. Tab. 17) war nach den Einheitsfängen zuerst Ende Juli befallen. Doch lassen die am 27. Juli in geringer Zahl eingetragenen Junglarven darauf schließen, daß wenige Vollkerfe den Hafer schon vor-

[1]) d. h. die überwinterten Tiere.
[2]) Über Einzelheiten der Methodik vgl. S. 462.

Tabelle 15.

Haplothrips aculeatus auf Winterroggen in Steenbek (Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt) bei Kiel im Jahre 1927 (nach Einheitsfängen zu je 35 Fangschlägen).

Datum	Stückzahl je Einheitsfang					
	Junglarven	Altlarven	Vorpuppen und Puppen	Vollkerfe		
				frisch geschlüpfte	ausgefärbte	insgesamt
14. 6.	—	—	—	—	10	10
27. 6.	1	—	—	—	20	20
4. 7.	—	—	—	—	120	120
16. 7.	54	16	—	—	—	—
21. 7.	45	41	4	—	—	—
27. 7.	20	29	28	—	6	6
1. 8.	21	48	17	—	1	1
10. 8.	11	17	66	36	3	39
17. 8.	6	3	21	105	4	109
24. 8.	1	—	7	3	142	145
31. 8.	—	—	1	—	18	18
7. 9.	1	—	1	—	3	3

Tabelle 16.

Haplothrips aculeatus auf Winterweizen in Steenbek (Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt) bei Kiel im Jahre 1927 (nach Einheitsfängen zu je 35 Fangschlägen).

Datum	Stückzahl je Einheitsfang					
	Junglarven	Altlarven	Vorpuppen und Puppen	Vollkerfe		
				frisch geschlüpfte	ausgefärbte	insgesamt
16. 6.	—	—	—	—	—	—
16. 7.	2	—	—	—	65	65
21. 7.	12	—	—	—	26	26
27. 7.	18	4	—	—	5	5
1. 8.	25	9	1	—	2	2
10. 8.	38	15	6	—	2	2
17. 8.	8	2	14	4	14	18

her besiedelt hatten. In dem letzten Augustdrittel waren Jung- und Altlarven besonders zahlreich, Vorpuppen und Puppen wurden von Ende August bis in den September hinein in verhältnismäßig großer Zahl gefunden. Vollkerfe der neuen Generation wurden etwa vom 10. August ab beobachtet. Die Abwanderung der Vollkerfe ins Winterlager setzte vom Roggen wie vom Hafer Ende August ein.

Tabelle 17.

Haplothrips aculeatus auf Hafer in Steenbek (Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt) bei Kiel im Jahre 1927 (nach Einheitsfängen zu je 35 Fangschlägen).

Datum	Stückzahl je Einheitsfang			
	Junglarven	Altlarven	Vorpuppen und Puppen	Vollkerfe
16. 6.	—	—	—	—
26. 6.	—	—	—	—
27. 7.	2	1	—	4
4. 8.	5	—	—	5
10. 8.	14	6	2	12
17. 8.	11	3	2	18
24. 8.	30	10	3	51
31. 8.	29	15	7	25
7. 9.	7	5	13	8

bb) Folge der Bruten im Jahre 1928.

Bereits am 8. Mai zeigten sich vereinzelte Stücke von *H. aculeatus* auf frühreifendem Winterroggen (Johannisroggen), und Anfang Juni wurden auf späterem Winterroggen zahlreiche Imagines gefangen (s. Tab. 18). An Hafer (s. Tab. 9) waren Vollkerfe zuerst Ende Juni — und zwar in geringer Zahl — zu beobachten. Obwohl mithin die Besiedlung des Hafers etwa einen Monat später als die des Roggens erfolgte, traten auf beiden Getreidearten gleichzeitig — nämlich Mitte Juli — Junglarven auf. An Roggen (Tab. 18) zeigte sich Mitte Juli die größte Zahl junger Larven, Mitte Juli bis Mitte August gelangten Altlarven, vom 9. August bis zum 1. September — in einem Fall auch am 13. September — Vorpuppen und Puppen zur Beobachtung. Am 23. August erschienen auch die Vollkerfe der neuen Generation. Anfang September verließen diese den Roggen und wanderten in die Winterlager.

Auf dem Hafer (s. Tab. 19) waren Junglarven in größter Menge erst Anfang August vorhanden. Altlarven waren am 9. August und 15. August zahlreich; die meisten Vorpuppen und Puppen wurden am 23. August beobachtet. Gleichzeitig traten zahlreiche Vollkerfe der neuen Generation in Erscheinung, die in der Mehrzahl in der ersten Septemberhälfte die Winterlager aufsuchten.

Die Entwicklung der Brut war also auf der Winterung wie auf der Sommerung Ende August bis Anfang September beendet.

cc) Folgerungen.

Für 1927 zeigt sich folgendes Bild: Überwinterte Vollkerfe streben nach Vagabundieren zunächst zum Winterroggen. Sie brüten hier und

Tabelle 18.

Haplothrips aculeatus auf Winterroggen in Heikendorf bei Kiel im Jahre 1928 (nach Massenfängen).

Datum	Stückzahl je Massenfang			
	Jung-larven	Alt-larven	Vor-puppen und Puppen	Vollkerfe
10. 5.	—	—	—	—
18. 5.	—	—	—	—
25. 5.	—	—	—	8
2. 6.	—	—	—	40
9. 6.	—	—	—	10
19. 6.	—	—	—	53
28. 6.	—	—	—	27
9. 7.	—	—	—	13
13. 7.	27	8	—	24
25. 7.	8	8	—	6
3. 8.	9	21	—	10
9. 8.	—	9	4	1
15. 8.	—	5	1	—
22. 8.	1	6	18	18
1. 9.	—	—	4	25
7. 9.	—	—	—	4
13. 9.	—	—	3	13
19. 9.	—	—	—	—
29. 9.	—	—	—	—

Tabelle 19.

Haplothrips aculeatus auf Hafer in Heikendorf bei Kiel im Jahre 1928 (nach Massenfängen).

Datum	Stückzahl je Massenfang			
	Jung-larven	Alt-larven	Vor-puppen und Puppen	Vollkerfe
25. 5.	—	—	—	—
2. 6.	—	—	—	—
19. 6.	—	—	—	—
28. 6.	—	—	—	5
9. 7.	—	—	—	4
13. 7.	3	—	—	123
25. 7.	11	—	—	28
3. 8.	45	2	2	29
9. 8.	10	30	4	20
15. 8.	9	14	3	11
23. 8.	12	9	12	54
1. 9.	13	2	4	13
7. 9.	1	1	2	3
13. 9.	3	2	2	2
19. 9.	—	—	—	4
29. 9.	—	—	—	—

bleiben bis Anfang Juli. Dann wandern sie zum Weizen und bald auch zum Hafer über und brüten hier weiter. Vollkerfe der neuen Generation werden Ende Juli bis Anfang August, zahlreich aber erst ab Mitte August beobachtet. In der zweiten Augusthälfte beginnt die Abwanderung ins Winterlager und ist mit dem ersten Septemberdrittel abgeschlossen.

Abb. 12. *A. rufus*, Weibchen, mit legereifem Ei aus Winterlager. Phot. Dr. Bremer.

1928 brüteten die Tiere nach dem Vagabundieren auf Winterroggen und Hafer[1]) ab Anfang Juli. Vollkerfe der neuen Brut wurden etwa ab Mitte August, zahlreich ab Ende August beobachtet. Die Hauptmasse der Vollkerfe wanderte Ende August und Anfang September in die Winterlager.

Für 1927 wie 1928 kann nach vorliegenden Daten nur mit einer Generation gerechnet werden.

An Hafer (s. Tab. 17 u. 19) waren in beiden Jahren bis in den September hinein Larven und Puppen in Anzahl zu finden, die aber wahrscheinlich nur zum Teil das Imaginalstadium erreichten, da der Hafer Anfang September überreif war und den Tieren kaum noch Nahrung bieten konnte. Bei der Haferernte gingen zweifellos zahlreiche Larven zugrunde.

3. Andere Arten.

Limothrips denticornis H. (Abb. 18 u. 20) beteiligte sich an den Massenflügen nur in wenigen Stücken. Im Gegensatz zu dem ihm nahestehenden *L. cerealium* drang *L. denticornis* niemals in Häuser ein; gleichfalls wurde die Art unter Baumrinde überwinternd nicht angetroffen (vgl. S. 489).

Aptinothrips rufus Gmel. kommt auf Halmfrüchten nur spärlich vor (vgl. S. 490). Auf Wildgräsern ist die Art aber häufig und weit verbreitet. Die Männchen von *A. rufus* scheinen sehr selten zu sein. Mir kamen nur Weibchen zu Gesicht. Von den untersuchten Arten hat dieser Blasenfuß den „leichtesten" Winterschlaf (vgl. S. 489). In den Sammelbehältern der Ausleseapparate erschien sie stets zuerst. Die überwinternden Weibchen trugen zumeist 2, bisweilen 3 und selten 4 reife Eier im Ovar (s. Abb. 12). Wir haben hier im Gegensatz zu den übrigen betrachteten Arten, die durchweg echte Sommerbrüter sind, offenbar einen Mitteltyp zwischen Sommer- und Winterbrütern vor uns.

Der bislang nur aus Österreich-Ungarn bekannte *Aptinothrips elegans* Pr. wurde überwinternd im Fallaub und vertrockneten Blütenständen angetroffen.

[1]) Weizen wurde 1928 nicht laufend befangen.

B. Ausgewählte Kapitel aus der allgemeinen Biologie der Getreideblasenfüße.

1. Aus dem Verhalten der Thysanopteren während der Vegetationsperiode.

Im folgenden sind eine Reihe von Gelegenheitsbeobachtungen zusammengestellt, die mehreren Arten Gemeinsames wiedergeben und darum sich einerseits schlecht in die übrigen Kapitel dieser Arbeit einreihen ließen, andererseits doch der Mitteilung wert schienen.

Das Schlüpfen der Junglarven bei den Terebrantiern beschreibt Jordan (1888) folgendermaßen: „Die auskriechende Larve durchbricht die Epidermis und Cuticula der Pflanze und zerstört dadurch Zellen der ersteren. Das verlassene Embryonenbett wird ein brauner Fleck." Dieser Befund konnte für *L. cerealium* und *L. denticornis* bestätigt werden. Stets verläßt die Larve alsbald nach dem Schlüpfen die schützende Epidermis und durchbohrt diese unmittelbar über dem Ei. Nur unter dem Zwang besonderer Verhältnisse kommen Ausnahmen vor. So sah ich bei den Zuchten im Laboratorium in zwei Fällen ganz junge, offenbar eben geschlüpfte Larven von *L. cerealium*, die sich etwa 2 mm entfernt von der verlassenen Eihülle unter der Blattepidermis im pflanzlichen Gewebe aufhielten. Ein aktives „Minieren" lag hier aber offenbar nicht vor, vielmehr hatte die erhärtete Epidermis des betreffenden bereits eingetrockneten Pflanzenteiles den Larven zu starken Widerstand geboten, so daß sie nicht nach außen durchbrechen konnten.

Die weitere Entwicklung der Larven von *L. cerealium* und *L. denticornis* geht nach meinen Beobachtungen stets hinter Blattscheiden oder Spelzen vor sich. Hinter den letzteren leben die Larven einzeln oder in wenigen Stücken zusammen, während sie hinter den Blattscheiden zumeist in der oberen Hälfte in Gesellschaften von 10—20 Stücken angetroffen werden. Der obere Teil der Blattscheide mag aus dem Grunde den Tieren besonders zusagen, weil in der unteren Hälfte Blatt und Halm so dicht aufeinander liegen, daß die Larven hier kaum noch Bewegungsfreiheit haben. Auch legen die Vollkerfe ihre Eier durchweg im oberen Teile der Scheide ab (vgl. S. 454). Die Junglarven schlüpfen also dort schon und finden auch sogleich genügend und dauernd Nahrung. Sie brauchen die Geburtsstätte vor der Reife im allgemeinen nicht wieder zu verlassen.

Im Gegensatz zu *L. cerealium* und *L. denticornis* legt *Haplothrips aculeatus* als Tubulifer seine Eier frei an verschiedene Teile der Ähre. Seine Jugendstadien werden nur selten hinter Blattscheiden angetroffen. Sie halten sich vorzugsweise hinter Spelzen auf.

Die Imagines von *L. cerealium* und *L. denticornis* teilen ihren Aufenthaltsort mit den Larven. Sie sind hinter Blattscheiden in Gesellschaften von 5—20 Exemplaren oder mehr vereinzelt hinter Spelzen

zu finden. Oft werden in einer Thripsgesellschaft beide Arten unmittelbar nebeneinander beobachtet. Bei sonnigem, warmen und windstillen Wetter sind die Weibchen auch auf den Blattspreiten, an den Grannen der Ähren, oder außen am Halm anzutreffen, oder sie fliegen umher, dabei gelegentlich ihre Wirtspflanze wechselnd. (Über die Schwarmflüge von *L. cerealium* vgl. S. 469 f.) — Ist das Wetter aber kühl, windig oder regnerisch, so verbergen die Tiere sich tief in den Blattscheiden oder hinter den Spelzen. Jordan (1888) berichtet über ähnliche, allgemeine Beobachtungen an „von Blättern lebenden Blasenfüßen": „Bei stürmischem und regnerischem Wetter sitzen die Thrips ruhig und fest an der Unterseite des Blattes, gewöhnlich dicht an die Rippe angeschmiegt, unter den feinen Haaren der Blattrippen sitzen sie sicher. Von der Oberseite der Blätter würden sie durch den Wind und durch Regentropfen leicht fortgeschleudert werden. Bei ruhigem Wetter gehen die Imagines auch auf die Oberseite, von wo auch der Abflug statt hat. Die Empfindlichkeit der Thrips gegen Regentropfen sieht man, wenn man eine Thripskolonie mit einem Sprühregen benetzt". — Große Empfindlichkeit gegen Regentropfen wurde auch von mir für alle Entwicklungsstadien von *Haplothrips aculeatus*, *Limothrips cerealium* und *L. denticornis* beobachtet. Werden die Tiere mit Wasser in Berührung gebracht, so verkleben die Extremitäten und bei den Vollkerfen außerdem die „Fransen" der Flügel. Auf die Empfindlichkeit der Larven gegen viel Feuchtigkeit wurde bereits auf S. 456 hingewiesen. Nach starkem Regen wurden oftmals tote Imagines in Anzahl gefunden.

Zur Ernährung entnehmen Larven wie Vollkerfe der Getreidethysanopteren mit Hilfe ihres Stechrüssels Zellsaft aus dem oberflächlich gelegenen Pflanzengewebe. Die besogenen Stellen sind durch ihren weißen, silbrigen Glanz leicht von den angrenzenden gesunden Gewebepartien zu unterscheiden. Die helle Färbung dieser Fraßspuren beruht bekanntlich (Blunck 1925) darauf, daß die ihres Inhalts beraubten Zellen sich mit Luft füllen. Daß die Zerstörung des pflanzlichen Gewebes sich auf die oberflächlichsten Zellschichten beschränkt, jedenfalls nicht bis zu den Leitbündeln hinabreicht, geht aus dem Ergebnis folgender Versuche hervor:

Aus dem Freien wurden durch Thysanopteren beschädigte Haferblätter eingetragen und in schwache Eosinlösung eingestellt. Nach einigen Tagen war bei Betrachtung der Blätter in durchfallendem Licht deutlich die rote Flüssigkeit in den Leitbahnen zu erkennen, nicht jedoch in den befressenen Partien. Diese konnten demnach nicht in engere Verbindung mit den Leitbündeln getreten sein.

Wo ganze Larvengesellschaften[1]) ihre Saugtätigkeit ausgeübt hatten, waren die Thripsflecke an den Blattscheiden oft mehrere Zentimeter lang

[1]) Tatsächlich wurden in der Nähe solcher Fraßspuren zumeist Larven in größerer Anzahl vorgefunden.

und $^1/_2$—1 cm breit.[1]) Sie liefen der Längsachse des betreffenden Pflanzenteiles parallel. Die weiße Farbe der frischen Spuren bleibt nur kurze Zeit erhalten; alte Fraßspuren nehmen bald einen gelben und später auch einen bräunlichen Ton an, der auf die Zersetzung des beschädigten Pflanzengewebes zurückzuführen ist. Obwohl die Thripsflecken sich an der Innenseite der Blattscheiden befinden, sieht man sie in manchen Fällen schon von außen durchschimmern. Am Halm selbst wurden, wie schon Lindemann (1886) von verschiedenen Getreidethysanopteren berichtet, nie Fraßspuren der Larven gefunden. Die gelbbraunen oder braunen, schwachglänzenden Kotflecken sind rundlich geformt. Man findet sie in der Nähe der Fraßspuren, ebenso wie die zu unscheinbaren Gebilden zusammengeschnurrten Exuvien der Larven, Vorpuppen und Puppen.

Über das Verhalten der Gräserthripse gegen Licht- und Berührungsreize konnte ich gelegentlich einige Beobachtungen machen, die der Vollständigkeit halber hier wiedergegeben werden mögen.

Nach Jordan (1888) wäre anzunehmen, daß alle blattlebenden Thripse negativ phototaktisch eingestellt sind: „Aus dem Bedürfnis, die nicht direkt beleuchtete Blattunterseite des Schutzes und der Nahrung wegen bewohnen zu müssen, ist wahrscheinlich die mehr oder minder große Empfindlichkeit der blattlebigen Thrips gegen direktes Licht hervorgegangen. Wenn man die Blattunterseite der Sonne zuwendet (bei dem Warmhausthrips genügt schon das Lampenlicht), so kann man in kurzer Zeit die ganze Kolonie, selbst die trägen Nymphen, verjagen, die Tiere wandern auf die schattige Blattoberseite.“[2]) Aus dem Zusammenhang

[1]) Nach Mitteilung von Herrn Prof. Blunck waren die Bilder des Thripsfraßes (*Limothrips denticornis*) an Blattscheiden von Winter- und Sommerroggen in der Umgegend von Kiel im Jahre 1929 außerordentlich stark verbreitet. Ich entnehme einer brieflichen Mitteilung vom 13. Juli: „In der Regel beginnt einige Zentimeter unterhalb der Ansatzstelle der Blattspreite eine 5—10 cm lange, gelblich verfärbte Zone, hinter der es von Blasenfüßen in allen Stadien der Entwicklung wimmelt. Daneben finden sich abgestreifte Häute und zuweilen auch verpilzte Larven. Die nähere Untersuchung des Gewebes ergibt, daß die Schichten unterhalb der Cuticula weitgehend verändert sind. Das Chlorophyll ist bis auf geringe, in der Nachbarschaft der Epidermis der Blattoberseite erhalten gebliebene Reste geschwunden. Das bei unverletzten Blattscheiden frischgrüne, fleischig-saftige Gewebe zwischen der äußeren und der unteren Epidermis ist gelb-bräunlich verfärbt, brüchig-dürr und zerfällt bei Berühren mit der Nadel krümelig. Fast immer ist der Befall auf der einen Seite des Halms stärker als auf der anderen, so daß die Blattscheide nur einseitig vergilbt.“ —

„Der Halm wird, soviel ich feststellen konnte, nur sehr wenig besogen. Die feinen, durch Chlorophyll grün gefärbten Längsstreifen, welche am gesunden Halm zu sehen sind, bleichen bei starkem Befall in der Wohnzone der Thripse allerdings aus, weitere Gewebsänderungen konnte ich jedoch nicht nachweisen. Vielleicht ist das Gewebe des Halms zu der Zeit, wo die Thripse hinter die Blattscheiden gehen, schon zu sehr sklerenchymatisch verhärtet, als daß die Tiere ihm noch Geschmack abgewinnen könnten.“

[2]) Auch nach den Untersuchungen von Müller (1927) reagieren die Primärlarven, Sekundärlarven, Vorpuppen, Puppen und weiblichen Imagines von *Parthenothrips dracaenae* negativ phototaktisch.

geht hervor, daß Jordan auch *L. cerealium* zu den „blattlebigen" Blasenfüßen zählt. Nach meinen Beobachtungen ist diese Art jedoch ebensowenig wie *Haplothrips aculeatus* lichtflüchtig. Zum mindesten die Vollkerfe streben zum Licht. Während der Schwärmperiode kann dieses Verhalten nicht überraschen. Ich habe aber den Eindruck gewonnen, daß *H. aculeatus* in beiden Geschlechtern und *L. cerealium* zum mindesten im weiblichen Geschlecht auch zu anderen Zeiten das Tageslicht sucht. Zum Beleg gebe ich das Ergebnis eines kleinen orientierenden Versuches wieder. Am 9. Juni 1927, also außerhalb der Schwärmperiode, wurde eine Anzahl weiblicher Stücke von *L. cerealium* in ein Reagenzglas eingeschlossen, das durch Überziehen mit einer aus schwarzem Papier gefertigten Röhre zur Hälfte verdunkelt war. Das Gläschen wurde bei diffusem Tageslicht und + 17° C im Laboratorium aufgestellt. Bei Beginn der Untersuchung befanden sich 2 Weibchen im hellen, 16 im verdunkelten Teil des Glases. Nach 16 Minuten hatten weitere 13 Individuen nach dem hellen Teil des Röhrchens übergewechselt. Jetzt wurde die Verdunkelungseinrichtung so verschoben, daß der bislang belichtete Teil des Glases ins Dunkle kam und umgekehrt. Schon nach 12 Minuten war wiederum die Mehrzahl der Tiere nach dem Licht zugewandert, und nur noch 7 fanden sich im verdunkelten Teil des Glases. — Zweifellos trägt diese Versuchsanordnung den Stempel des Unnatürlichen. Ich habe aber auch bei meinen Beobachtungen in der freien Natur durchaus den Eindruck gewonnen, daß die Weibchen von *L. cerealium* auch unter normalen Bedingungen zu keiner Zeit eine besondere Vorliebe für im Dunkeln liegende Partien ihrer Nahrungs- und Brutpflanzen haben. Von einer ausgesprochenen negativen Phototaxis kann bei ihnen keine Rede sein. Entsprechende, mit Männchen und Weibchen von *H. aculeatus* ausgeführte Versuche zeitigten dasselbe Ergebnis: die überwiegende Mehrzahl der Tiere strebte dem Lichte zu. (Bei Beginn des Versuches fanden sich 20 Tiere im verdunkelten Teil des Glases, 0 in dem dem Lichte ausgesetzten Teil. Nach 10 Minuten waren nur noch 6 im Dunkeln; 14 waren also dem Lichte zugestrebt.) — Wenn die Blasenfüße hinter Blattscheiden oder Spelzen getroffen wurden, so waren entweder die Witterungsverhältnisse ihrem Aufenthalt im Freien ungünstig, oder die Tiere lagen der Nahrungsaufnahme und dem Brutgeschäft ob.

Außerdem ist für die Wahl des Aufenthaltsortes an der Wirtspflanze offenbar eine gewisse Tigmotaxis von Bedeutung. Die Getreideblasenfüße besitzen einen dorsoventral stark abgeplatteten Körper und halten sich gewöhnlich zwischen zwei dicht aufeinander liegenden Flächen (zwischen Halm und Blattscheide) auf, die Rücken- und Bauchseite zumeist berühren. Besonders ausgesprochen wird die Tigmotaxis bei *L. cerealium* z. B. beim Übergang in das Winterquartier. Die Tiere suchen hier in möglichst enge Spalten zu gelangen (vgl. S. 488). So wurde unter Baumrinde die Art nur an solchen Stellen zahlreich an-

getroffen, wo die Rinde dem Holz besonders dicht auflag. In der Gefangenschaft suchten die Blasenfüße gleichfalls in enge Schlupfwinkel einzudringen. Z. B. sammelten sie sich in mit Wattepfropfen verschlossenen Reagenzgläsern zwischen Glaswand und Watte oft auch dann an, wenn der Watteverschluß dem Lichte abgekehrt war.

2. Über die Winterquartiere der Getreide-Thysanopteren.

Nach Priesner (1924/25) überdauern zahlreiche Gräserthysanopteren in Gramineenbüscheln, in vertrockneten Blütenstengeln, unter Fallaub und Moos, die kalte Jahreszeit. Um die von den an Getreide lebenden Arten an das Lager gestellten Bedingungen näher kennen zu lernen, wurden die Überwinterungsplätze näher untersucht. Über die dabei im Laufe des Winters 1926/27 erhaltenen Daten habe ich bereits an anderer Stelle berichtet (Körting 1928). Im Winter 1927/28 wurden die Untersuchungen fortgesetzt. Ich fand die Befunde des Vorjahres zur Hauptsache bestätigt und gebe nachstehend das Wesentliche aus den Befunden beider Jahre in kurzer Zusammenfassung.

Das Ausgangsmaterial wurde in Form besiedelter Gräserbüschel u. dgl. in der Umgebung von Kiel eingetragen. Dabei wurden außer den üblichen Daten betreffend Fundort und Zeit regelmäßig die Lagebeziehungen der Örtlichkeit zu ihrer Umgebung, zu klimatischen Faktoren und zur Bodenfeuchtigkeit registriert. Die eingetragenen Blasenfüße wurden im Laboratorium mittels Gesiebeautomaten nach Winkler und Mocsarski ausgelesen. Wärme und Trockenheit bestimmt die Blasenfüße ebenso wie die Mehrzahl der miteingetragenen andersartigen Insekten, aus dem Material abzuwandern und die unter dem Automaten aufgehängten, mit einem feuchten Lappen ausgelegten Sammelbehälter aufzusuchen. Aus diesen ließen sie sich leicht entnehmen. Zur Sicherung der Vergleichsmöglichkeit wurden die Automaten stets mit genähert gleichen Materialmengen beschickt. Die Sammelgläser wurden regelmäßig an jedem zweiten Tage geleert.

Die Verteilung der dabei nachgewiesenen Gräserthripse nach Art und Zahl auf verschieden geartete Quartiere ist aus der Tabelle 20 ersichtlich. In dieser bezeichnen die in der Rubrik „Fang Nr." eingetragenen Ziffern die Fangorte. Fänge vom gleichen Fangort sind voneinander durch die Indices a, b, c - - - unterschieden. Die in Tabelle 20 wiedergegebenen Daten sind zusammengefaßt in Abb. 13 graphisch dargestellt. Es sind darin die Zahlen der durchschnittlich in einem Fang von einem bestimmt gelegenen Überwinterungsort erbeuteten Thysanopteren eingetragen.

Wie die Tabelle 20 zeigt, wurde neben den Getreidethysanopteren *Limothrips cerealium*, *L. denticornis* und *Haplothrips aculeatus* auch der auf Wildgräsern zahlreiche *Aptinothrips rufus* Gmel. in großen Mengen eingetragen. Daneben wurden in einzelnen Stücken in Gramineenbüscheln und vertrockneten Blütenständen gefunden:

Ta

Lage des Überwinterungsortes zur Umgebung	Beschaffenheit des Materials	Species	Gramineenbüschel	Gramineenbüschel und vertrocknete Blütenstände							
			1926/27	1926/27					1927/28		
tief, geschützt	feucht	Fang Nr.	I							II	I
		Limothrips cerealium	2							7	
		„ denticornis	7							21	
		Haplothrips aculeatus	90							158	14
		Aptinothrips rufus	14							26	4
		Zusammen	113							212	20
tief, offen	feucht	Fang Nr.	V		VI	VII	VIII			IX	
		Limothrips cerealium	0		1	0	0			1	
		„ denticornis	0		12	2	1			1	
		Haplothrips aculeatus	1		9	3	2			21	
		Aptinothrips rufus	2		14	23	29			91	
		Zusammen	3		36	28	32			114	
	trocken	Fang Nr.									
		Limothrips cerealium									
		„ denticornis									
		Haplothrips aculeatus									
		Aptinothrips rufus									
		Zusammen									
mittel, offen	feucht	Fang Nr.	XVI	XVII						XVIII	X
		Limothrips cerealium	15	9						18	
		„ denticornis	19	28						102	
		Haplothrips aculeatus	15	6						35	
		Aptinothrips rufus	15	14						20	
		Zusammen	64	57						175	1
	trocken	Fang Nr.			XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXXIV	
		Limothrips cerealium			0	6	0	0	7	1	
		„ denticornis			17	15	49	0	6	29	
		Haplothrips aculeatus			21	3	1	0	0	18	
		Aptinothrips rufus			27	76	69	16	8	80	
		Zusammen			65	100	119	16	21	128	
hoch, offen	trocken	Fang Nr.			XXVII	XXVIII	XXIX				
		Limothrips cerealium			2	2	4				
		„ denticornis			16	11	13				
		Haplothrips aculeatus			6	3	2				
		Aptinothrips rufus			2	2	4				
		Zusammen			26	18	23				

rt des Materials

Gramineenbüschel und vertrocknetes Fallaub									Gramineenbüschel und vertrocknete Blütenstände von Moorboden		Getreide-stoppeln		Hohle Schilf-stengel	
927		1927/28							1926/27		1926/27	1927/28	1926/27	
IVb	IVc	XXXI	XXXIa	XXXIb	XXXIc				X	XI	XII		XIII	
2	0	8	0	0	0				0	1	1		0	
23	8	16	12	10	0				0	0	1		0	
77	60	46	20	19	5				1	0	0		0	
28	14	86	29	9	17				10	0	6		13	
130	82	156	61	38	22				11	1	8		13	
													XIV	XV
													0	0
													4	0
													4	0
													5	1
													13	1
XXb		XXXII	XXXIIa	XXXIIb	XXXIIc	XXXIII	XXXIIIa	XXXIIIb						
19		4	2	1	0	2	0	0						
109		61	45	33	42	27	39	19						
43		64	41	43	25	21	17	12						
12		48	11	3	3	0	21	13						
183		177	99	80	70	50	77	44						
											XXVI	XXXV		
											1	0		
											0	0		
											0	10		
											2	0		
											3	10		
		XXXVI									XXX			
		1									1			
		29									0			
		18									2			
		8									3			
		56									6			

Thrips urticae F., *Frankliniella intonsa* Tryb., *Chirothrips manicatus* H., *Aptinothrips elegans* Pr., *Thrips fuscipennis* H., *Taeniothrips atratus* H., *Aptinothrips rufus forma stylifera* Tryb., *Anaphothrips obscurus* Müll., *Frankliniella tenuicornis* Uzel.

Im einzelnen gewann ich folgendes Bild:

Limothrips cerealium überwintert im Freien hauptsächlich unter der Rinde lebender und toter Bäume und in Häusern in den verschiedensten Schlupfwinkeln. Priesner (1924/25) sagt über die Überwinterung von *L. cerealium*: „Nur Weibchen, im Freien vermutlich wie *L. denticornis*, dringt aber auch in die Häuser ein, wo sie in Scheunen, hinter Bildern in Wohnräumen z. B. zu finden ist."

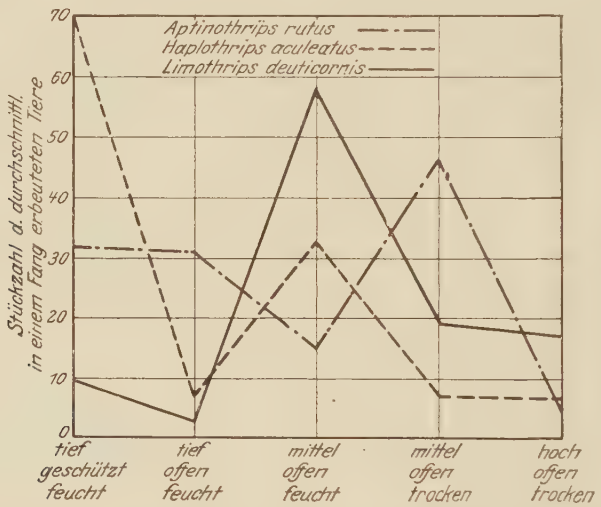


Abb. 13. Das unterschiedliche Verhalten von *A. rufus*, *H. aculeatus* und *L. denticornis* in bezug auf die Wahl des Winterlagers. Graphische Darstellung der in Tab. 20 mitgeteilten Daten. Erklärung s. Text.

Dank des dorsoventral stark abgeplatteten Körpers können die Tierchen in die feinsten Ritzen und Spalten eindringen. So sind sie in den Häusern hinter dem Glase eingerahmter Bilder, hinter Tapeten, Gardinenbrettern und ähnlichen Örtlichkeiten zu finden. Oft werden sie im Winterquartier zu größeren Gesellschaften (bis zu 100 Stück) dicht zusammengedrängt angetroffen (Körting 1928). Zwischen der Wetterseite und geschützten Stellen scheint kein Unterschied gemacht zu werden. So fanden sich Hauswände ohne Rücksicht auf die Himmelsrichtung gleich stark besiedelt. An Zaunpfählen in der Nähe von Getreidefeldern wurden des öfteren besonders viele Stücke dieser Art in Ritzen und Spalten schlafend angetroffen.

Nur sehr selten wurde *L. cerealium* in der Getreidestoppel überwinternd getroffen. Etwas häufiger war die Art dagegen in Gramineenbüscheln überwinternd zu beobachten. Hier wurden im allgemeinen

besonders tief gelegene, feuchte Stellen (s. Tab. 20 unter Nr. 1—11, 31) gemieden.

L. denticornis überwinterte zahlreich in mittleren, höheren und offenen Lagen an mäßig feuchten bis trockenen Stellen in Gramineenbüscheln und unter Fallaub (s. Tab. 20 unter Nr. 16—25, 27—29, 32—34, 36). An tiefer liegenden geschützten und feuchten Stellen trat er gegenüber *H. aculeatus* stark zurück. Von den Himmelsrichtungen, nach denen zu die Überwinterungsplätze gerichtet waren, war die Stärke des Vorkommens anscheinend unabhängig. Für die Mitteilung Priesners (1924/25), daß die Art auch hinter Baumrinde die kalte Jahreszeit überdauert, konnte ich keine neuen Belege beibringen.

H. aculeatus neigt im Gegensatz zu *L. denticornis* zur Überwinterung an tief und mittel gelegenen, feuchten Stellen; und sucht dort Gramineenbüschel und Fallaub auf (s. Tab. 20 unter Nr. 1—4, 16—20, 31—33). Besonders scheinen die Tiere durch Bäume und Sträucher geschützte Lager zu lieben. Moorboden sowie sehr feuchter Untergrund wurden aber gemieden. Eigenartigerweise wurde die Art in tief, offen und feucht gelegenen Quartieren (vergl. Abb. 13) nur in verhältnismäßig geringer Anzahl getroffen. Dieser Befund kam unerwartet, weil *H. aculeatus* in mittleren, offenen und feuchten Lagern zahlreich gefunden wurde. — Unter Baumrinde konnte *Haplothrips aculeatus* nur einmal festgestellt werden.

Aptinothrips rufus überwintert als weiblicher Vollkerf und als Larve im ersten und zweiten Stadium. Puppen wurden im Winterlager nicht gefunden. Die Art ist wegen ihrer Flügellosigkeit stark bodenständig und bleibt auch über Winter an ihre sommerlichen Weidegebiete gebunden. Wahrscheinlich überdauern die Tiere zum Teil sogar einfach auf ihrer Wirtspflanze die kalte Jahreszeit. Andere verkriechen sich unter Moos und Fallaub. Mittlere und tiefe Stellen scheinen jedoch gegenüber den höher gelegenen bevorzugt zu werden (s. Tab. 20). Die im Ufergeniste erbeuteten Thysanopteren waren zumeist auf *Aptinothrips rufus* zu beziehen. Priesner (1924/25) hat die Weibchen zwischen Moos und dem Rasen gefunden.

In der Getreidestoppel überwinternd wurden Blasenfüße nur selten angetroffen. Den Untersuchungen mit Hilfe der Auslese-apparate lief die Präparation zahlreicher Getreidestoppeln von verschieden gelegenen Feldern parallel; auch dabei fanden sich kaum Thysanopteren. Nur ein Fang (s. Tab. 20 unter Fang-Nr. 35) brachte aus Getreidestoppeln *Haplothrips aculeatus* in verhältnismäßig größerer Zahl (10). Ich möchte aber glauben, daß es sich hier um eine zufällige Häufung und somit um einen Ausnahmefall handelt. — Diese Beobachtungen stehen im Gegensatz zu der in der Pflanzenschutzliteratur vertretenen Anschauung von den Überwinterungsgewohnheiten der Getreidethysanopteren. Danach sollen diese Blasenfußarten an Wegrainen und in der Stoppel über-

wintern. (Riehm 1927.) Als Bekämpfungsmaßnahme wird daher auch das Abbrennen der fraglichen Pflanzenreste empfohlen (Literatur bei Blunck 1925). Diese Maßnahme würde aber nach vorliegenden Untersuchungen den wichtigsten angeblichen Getreideschädiger gar nicht treffen. Seine Winterlager sind, wie oben dargelegt, an ganz anderen Orten zu suchen.

3. Das Massenverhältnis der bei Kiel an Getreide lebenden Thysanopteren.

Nach meinen Feststellungen setzt sich die Thysanopterenfauna des Getreides in der Umgegend von Kiel aus folgenden Arten zusammen: *Limothrips cerealium* H., *L. denticornis* H., *Haplothrips aculeatus* F., *Stenothrips graminum* U. und *Frankliniella intonsa* Tryb. *L. cerealium*, *L. denticornis* und *H. aculeatus* waren durchweg in beträchtlicher Anzahl zu finden. Auch in den Winterquartieren, soweit diese von mir durchgeprüft wurden, waren diese 3 Arten am häufigsten. *Stenothrips graminum* war in seinem Vorkommen auf Hafer beschränkt. Er trat nur zeitweise und auf wenigen Feldern, dann aber in größerer Menge auf. Selten war *Frankliniella intonsa*. *Aptinothrips rufus* befiel im zeitigen Frühjahr gelegentlich in wenigen Stücken Winterroggen.

Am stärksten vertreten war in beiden Beobachtungsjahren *Limothrips cerealium*. *Haplothrips aculeatus* war 1927 häufiger als *Limothrips denticornis*, trat aber im folgenden Jahre hinter der genannten Art zurück.

Limothrips cerealium, *L. denticornis* und *Haplothrips aculeatus* kommen an allen Getreidearten vor, doch scheint jede Art bestimmte Getreidearten zu bevorzugen. Wenn ich die Arten auf Grund meiner Beobachtungen nach der Stärke ihres Vorkommens an der betreffenden Halmfrucht in absteigender Linie ordne, so ergibt sich folgendes Bild:

Es fanden sich an

Weizen:	*H. aculeatus*
	L. cerealium
Roggen:	*L. cerealium*
	H. aculeatus
	L. denticornis [1])
Gerste:	*L. cerealium*
	L. denticornis
Hafer:	*L. cerealium*
	H. aculeatus
gelegentlich	*Stenothrips graminum*

[1]) Nach Mitteilung von Herrn Prof. Blunck trat im Jahre 1929 L. *denticornis* besonders zahlreich hinter Blattscheiden von Roggen auf. Die genannte Art bestritt hier mindestens 90 % des Thysanopterenbestandes.

III. Über die phytopathogene Bedeutung von Limothrips cerealium, Limothrips denticornis und Haplothrips aculeatus.

A. Die Weißährigkeit des Getreides und ihre angebliche Ursache.

Wohl die erste Bezichtigung der Blasenfüße als Erreger der Weißährigkeit bei Getreide findet sich 1836 bei Haliday (1836). Er berichtet von *L. cerealium*: „Mr. Vassalli Eandi detected them gnawing (as he expresses it, rather incorrectly, I think) the stems above the knots and causing the abortion of the ear. It is at this period that their attacks are most mischievous. In the year 1805 one third of the wheat crops, in the richest plains of Piedmont, is said to have been destroyed by this seemingly insignificant little insect." Jablonowski (1926) meint, daß Vassalli Eandi hier wahrscheinlich das Schadbild einer Chloropslarve vor sich gehabt und mit zufällig in der Fraßrinne vorhandenen Thysanopteren in Zusammenhang gebracht hat. Der Auffassung, daß der italienische Autor sich in der Beziehung des Schadens auf Blasenfüße geirrt hat, wird man beipflichten können. Ich möchte es aber dahingestellt sein lassen, ob die Beschreibung des Schadbildes gerade auf die Halmfliege weist.

Curtis (1860) übernimmt Angaben Kirbys aus dem Jahre 1795, die sich in einem an Marsham gerichteten Briefe finden: „I examined a great number of ears, and in them found this insect[1]) in all its states between the interior valve of the corolla and the grain. It takes its station in the longitudinal furrow of the seed, in the bottom of which it seems to fix its rostrum; probably sucks the milky juice which swells the grain, and thus by depriving it of part, and in some cases perhaps the whole, of its moisture, occasions it to shrink up, and becomes what the farmers in this part of the world (Suffolk) call pungled. . . . I have myself seen ears in which a fourth part of the grain was destroyed."

Ausführlich berichtet Beling (1872) und vor allem Lindemann (1886) über derartige Bilder und ihre angebliche Entstehung bei Roggen, Weizen und Gerste. Die in der Folge in der Phytopathologie allgemein übernommene Ansicht über die Entstehung des Krankheitsbildes — soweit es als durch Thysanopteren hervorgerufen betrachtet wird — wird von Lindemann (1886) folgendermaßen formuliert: „Das Absterben des Spitzenteiles der Ähre oder einiger Blüten wird dadurch verursacht, daß genannter Thrips[2]) den Stengelteil der Ähre vielfach ansticht, während letztere eben erst angelegt und noch in der oberen Blattscheide versteckt ist. Indem das Insekt aus den von ihm verursachten Stichwunden des Stengels den Saft aussaugt, verursacht es ein Absterben aller höher liegenden Teile der

[1]) nämlich *Limothrips cerealium*

[2]) *Thrips secalina Lindemann* = *Limothrips denticornis* H.

Ähre. Dieses Absterben tritt ein, noch lange bevor die Spelzen und Grannen der Ähre ihre definitive Ausbildung erreicht haben, wodurch diese genannten Teile in ganz veränderter Form an der hervorschießenden Ähre erscheinen, und zwar die Gestalt dünner, weichbleibender weißer Fäden annehmen, welche verschiedenartig gekrümmt sind und dem abgestorbenen weißen Spitzenteile der so veränderten Ähre ein verfilztes Aussehen verleihen. Die anderen Blüten, welche unter der angegriffenen Stelle der Ähre liegen, entwickeln aber ganz regelmäßig gebaute Blüten, welche später auch ganz vollkommene Körner enthalten können. Sticht durch einen Zufall der Thrips nicht in den Stengel der Ähre, sondern in eine oder mehrere Blütenknospen, so sterben bloß diese betroffenen Blüten ab, während die anderen Teile der Ähre sich normal entwickeln."

Der in der Pflanzenschutzliteratur vertretenen Meinung von der Entstehung der Flissigkeit bei Hafer gibt Kleine (1925) folgenden Ausdruck: „Beim Hafer tritt die Beschädigung dadurch in Erscheinung, daß die Ährchen, so lange sie noch im Halm sind und sich die Rispe noch nicht entwickelt hat, durch das Saugen der Thripiden steril werden, die Ährchen werden vollständig zerstört, und es bleiben nur die Deckspelzen übrig. Sobald die Rispe den Halm verläßt, sind die unfruchtbar gewordenen Ährchen, die auch das Chlorophyll verloren haben, durch ihre weiße Farbe erkennbar, daher der Ausdruck: Weißährigkeit."

Von besonderer Wichtigkeit für das Zustandekommen der Auffassung Lindemanns ist die Vorstellung, „das genannter Thrips den Stengelteil der Ähre vielfach ansticht, während letztere eben erst angelegt[1]) und noch in der oberen Blattscheide versteckt ist". Die Richtigkeit dieser Voraussetzung bleibt zunächst an den von Lindemann in seinen Berichten beigebrachten Unterlagen zu prüfen. Der Autor macht aber in seinen weiteren Ausführungen nur ungenaue Angaben darüber, in welchem Entwicklungsstadium der Ähre die Thysanopteren das Getreide befallen. Er schreibt: „*Thrips secalina* erscheint bei Moskau in der Mitte des Mai (nach altem Stil) kurze Zeit bevor der Roggen anfängt seine Ähren hervorzuschieben."[1]) In der Fußnote zu diesem Satz ist folgendes vermerkt: „Im Jahre 1885 erschienen die ersten *Thrips secalina* bei Moskau am 15. Mai; der Roggen begann am 24. Mai seine Ähren hervorzuschieben." — Über den Befall der Sommerung berichtet er: „Zur Zeit wo diese zweite Generation ausfliegt, haben in unserer Gegend der Sommerweizen und die Gerste eben erst ihre Ähren angelegt und teilweise hervorgeschoben,[1]) wodurch die Blasenfüße massenhaft gerade auf diese Pflanzen angelockt werden, sie überfallen und ihre Nahrung in dem Achsenteile der zarten jungen Ähre schöpfen". Auch aus diesen Angaben ist nicht genau zu entnehmen, wie weit die Ähren durchschnittlich bei einsetzendem Thysanopterenbefall vorgebildet waren.

[1]) Im Original nicht gesperrt.

Auch aus dem, was Lindemann (1886) über die Folgen der Saugtätigkeit der hinter den Blattscheiden lebenden Larven weiterhin berichtet, ergeben sich gewisse Widersprüche zu seiner Auffassung über die Entstehung der Weißfedrigkeit: „Am 23. Juni sammelte ich 100 Ähren von solchen Roggenhalmen, welche von Thripsgesellschaften bewohnt und große Thripsflecken am Halme hatten. Diese Ähren wogen zusammen $24^1/_2$ Sol. An demselben Tage sammelte ich auf demselben Felde 100 Roggenähren, deren Halme nicht von *Thrips secalina* bewohnt waren, und fand, daß ihr Gewicht zusammen 28 Sol. betrug. Es war also beinahe kein Einfluß der parasitierenden Larven in der Ausbildung der Ähren zu bemerken. Am 18. und 20. Juni zeichnete ich mit weißen Bändern 54 ohne resp. 40 Roggenhalme mit Thripsflecken, um später diese Halme herausfinden zu können. Am 4. Juli als die Körner des Roggens schon gelbreif waren, untersuchte ich die gezeichneten Pflanzen und fand, daß sie alle eine regelmäßig ausgebildete Ähre trugen und ganz entwickelte Körner enthielten. Daraus ist zu schließen, daß die Larvengesellschaften, welche während eines ganzen Monates die Säfte aus der oberen Blattscheide sogen dadurch keinen merklichen Einfluß auf die Entwicklung der Ähre auszuüben imstande waren." — Ich möchte in der Schlußfolgerung noch einen Schritt weiter gehen. Es ist nämlich folgendes zu bedenken: bei der relativ seßhaften Lebensweise der Imagines — Flugtätigkeit wurde vor Juli kaum beobachtet — ist mit Sicherheit anzunehmen, daß Halme, die größere Larvengesellschaften aufweisen, vorher von einer größeren Anzahl von Vollkerfen besiedelt gewesen sind. Der Befall durch die älteren Tiere muß in die Periode gefallen sein, in der nach Lindemann Befall zur Weißährigkeit führt. Warum ist in diesen Fällen keine Weißfedrigkeit aufgetreten? Nach den Angaben Lindemanns über die Ursache der Weißährigkeit stände dies zu erwarten, zumal die Larvengesellschaften aus der „oberen Blattscheide" sogen und somit in der Nähe der Ähre sich aufhielten. Auch wurden als Vergleichsmaterial besonders stark besiedelte Halme „mit großen Thripsflecken" benutzt. Wenn man die Ansicht vertritt, daß die Thysanopteren Weißährigkeit hervorrufen können, muß man in den eben betrachteten Fällen annehmen, daß die Elterntiere nicht die Ähre befielen, sondern sich darauf beschränkten, ihre Nahrung den Blattscheiden zu entnehmen. Eine Stütze für diese Auffassung wird sich aber schwerlich beibringen lassen. Auch Lindemann äußert keine Vermutungen in dieser Richtung. Es heißt bei ihm im Gegenteil: „An Roggen zwängen sich die kleinen Insekten unter die Scheide des oberen Blattes, wo sie die noch sehr zarte Ähre[1]) aufsuchen und sie in oben besprochener Weise verstümmeln."

Angezweifelt wurde die phytopathogene Bedeutung der Getreideblasenfüße bereits 1877 von Körnicke. In einem Vortrage sprach er

[1]) Im Original nicht gesperrt.

„über den Schaden, welchen der Getreideblasenfuß (*Limothrips cerealium*) verursachen sollte, ... die Tatsache, daß beim Roggen oft die untersten Ährchen verkümmert sind, sei eine pathologische Erscheinung. Von Thrips könnten sie ohnehin nicht abgenagt sein, da dieser saugende Mundteile habe".[1])

In seinem schon mehrfach zitierten Artikel hat Jablonowski auf die Unzulänglichkeit der bislang über die Thripsschädenfrage angestellten Untersuchungen hingewiesen. Er macht im besonderen geltend, daß das Fehlen von Fraß- und Stichspuren jeden Schmarotzer als Urheber des Schadens ausschließt, „so jene oberhalb erwähnten aus dem Tierreich, wie auch jene eines pflanzlichen Ursprungs, weil ich solche während den Beobachtungen dieser Erscheinung durch mehr als 3 Dezennien nie zu Gesicht bekam". Jablonowski führt die Weißährigkeit lediglich auf mechanische Verletzungen zurück, „vor allem auf die Hiebe und Schläge eines mächtigen Windsturms, bei welcher Gelegenheit die zarten noch in ihrem meristematischen Entwicklungszustande sich befindenden Gewebe der betreffenden, jetzt aber schon kranken Stellen, an andere ältere und härtere Teile der Nebentriebe, oder später an ältere Nebenhalme, oder wenn die Saat noch jung und niedrig ist, möglicherweise an die Erdoberfläche selbst anschlugen und so die Verwundung und nachher das Absterben der betreffenden Stelle verursachten."

Der schlüssige Beweis, daß Thysanopteren Weißfedrigkeit an unseren Halmfrüchten verursachen, ist von keiner Seite erbracht. Sowohl Lindemann als auch die Reihe anderer Autoren, die sich mit der Thripsschädenfrage befaßt haben, schließen nur aus verschiedenen — allerdings verdächtigen — Begleitumständen, daß durch die Saugtätigkeit der Thysanopteren Weißfedrigkeit an der Ähre ausgelöst werden kann. Mit Hilfe des Experiments oder besonderer Untersuchungen — z. B. über die Beziehungen zwischen Befallstärke und Stärke der Weißährigkeit — ist aber auch Jablonowski und meines Wissens noch niemand an die Lösung der Frage herangegangen.

Diese Lücke suchte ich zu schließen.

B. Wird durch Thysanopterenbefall des Getreides Weißährigkeit ausgelöst?

1. Freilandbeobachtungen.

a) Beziehungen zwischen Stärke des Auftretens von Thysanopteren und Stärke der Weißährigkeit.

Falls Weißährigkeit des Getreides tatsächlich eine Folge von Thysanopterenbefall ist, wird man durchschnittlich eine um so stärkere Beschädigung der Ähre erwarten müssen, je stärker der Befall an ihr ist.

[1]) Zitiert nach Referat (Körnicke 1877).

Tabelle 21.

Stärke des Thysanopterenbefalls und Stärke der Weißfedrigkeit an einzelnen Winterroggenähren.

Datum	Thysanopterenbefall		obliterierte Ährchen
	an der Ähre	hinter der obersten Blattscheide	
12. 6. 27	?	0 Eier	Alle Ährchen bis auf 4 weiß.
11. 6. 27[1])	?	37 „	Die meisten Ährchen weiß.
11. 6. 27[1])	?	0 „	Die Hälfte der Ährchen weiß.
11. 6. 27[1])	?	14 „	Die Hälfte der vorhandenen Ährchen weiß.
12. 6. 27	?	5 „	Ähre stark beschädigt.
11. 6. 27[1])	?	12 „	$^1/_3$ der vorhandenen Ährchen weiß.
11. 6. 27[1])	?	10 „	10 Ährchen weiß.
11. 6. 27[1])	?	13 „	9 Ährchen weiß.
12. 6. 27	?	21 „	8 Ährchen weiß.
12. 6. 27	?	0 „	6 Ährchen an der Basis der Ähre weiß.
12. 6. 27	2 Vollkerfe	12 „	0 Ährchen weiß.
12. 6. 27	?	8 „	0 „ „
16. 6. 27	72 Eier	27 Eier, 2 Larven	0 „ „
16. 6. 27	86 „	12 Eier	0 „ „
13. 6. 27	15 Vollkerfe	13 Larven	0 „ „
13. 6. 27	10 „	?	0 „ „
10. 6. 27	?	5 Eier	0 „ „
10. 6. 27	?	1 Ei	0 „ „
10. 6. 27	?	2 Eier	0 „ „
10. 6. 27	?	22 „	0 „ „
11. 6. 27[1])	?	11 „	0 „ „
11. 6. 27[1])	?	12 „	0 „ „

Zur Prüfung derartiger Beziehungen wurde an zahlreichen Ähren die Anzahl der obliterierten Ährchen festgestellt und gleichzeitig die Stärke des Thysanopterenbefalls ermittelt. Da die Vollkerfe bei gutem Wetter oft außen an den Pflanzen getroffen werden und wahrscheinlich auch ihre Wirtspflanze zuweilen wechseln (vgl. Kapitel B 1), kann die Zahl der Imagines bei der Untersuchung des einzelnen Getreidehalmes nur bedingt als Maßstab für die Befallstärke betrachtet werden. Genügend sichere Anhaltspunkte bieten dagegen die Zahl der abgelegten Eier bezw. der verlassenen Eihüllen, die Größe der „Thripsflecke“ und die Menge der Kotspuren. Aus diesen Kennzeichen konnte auch ungefähr ersehen werden, ob die Pflanze schon seit längerer Zeit befallen war oder nicht. Von der Untersuchung ausgeschlossen wurden selbstverständlich solche weißfedrigen Ähren, bei denen nach dem Befund die Möglichkeit ander-

[1]) Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Professor Blunck.

weitiger Krankheitsursachen, wie mechanischer Verletzungen, Fraß durch Milben oder Insektenlarven von vornherein nahelag.

In Tabelle 21 sind die an einer Anzahl Ähren gewonnenen Untersuchungsergebnisse zusammengestellt. Die Daten deuten nicht auf Beziehungen zwischen Tätigkeit von Thripsen und Weißährigkeit. Stark besiedelte Pflanzen wiesen bisweilen nur schwache Grade des Krankheitsbildes auf. Umgekehrt konnten oft an partiell oder total weißährigen Halmen keine Blasenfüße bezw. deren Spuren festgestellt werden.

Die Beobachtungen an Einzelpflanzen ließen sich durch Untersuchungen auf größeren Feldflächen bestätigen. Bestände, bei denen ein hoher Anteil weißähriger Pflanzen ohne weiteres ersichtlich war, waren gelegentlich praktisch thripsfrei. Umgekehrt wurden auch die Bestände stark besiedelter Felder völlig gesund gefunden. So lieferten Massenfänge auf Roggenschlägen gleichen Entwicklungsstadiums auf gesunder Parzelle in einer bestimmten Anzahl Fangschläge durchschnittlich 94, auf einer kranken Fläche nur 24 Thysanopteren. — Auch in den Sommern 1927 und 1928 zur Klärung der Generationsfolge von *L. cerealium* regelmäßig befangene stark besiedelte Roggenparzellen blieben durchaus gesund.

b) Beziehungen zwischen dem Zeitpunkt des Auftretens der Thysanopteren und der Weißährigkeit.

Die Thysanopteren sollen, wie oben geschildert (vgl. S. 491), durch Saugen an der noch unentwickelten, von den Blattscheiden eingehüllten Ähre das Obliterieren einer kleineren oder größeren Zahl von Ährchen verursachen. Wenn diese Ansicht richtig ist, müssen die Pflanzen schon in einem frühen Entwicklungsstadium — jedenfalls aber vor dem Herausschieben der Ähre — von Thysanopteren befallen sein. In den Jahren 1927 und 1928 durchgeführte Untersuchungen zeigen aber, daß die Hauptmasse der Blasenfüße erst erscheint, wenn die größte Zahl der Ähren schon geschoßt ist. Aus dem Winterlager abgewanderte Tiere bevorzugen überdies die verhältnismäßig am weitesten in der Entwicklung fortgeschrittenen Pflanzen. So konnte des öfteren auf Winterroggenfeldern beobachtet werden, daß jüngere Halme, die die Ähre noch nicht hervorgeschoben hatten, kaum befallen waren, während unmittelbar benachbart stehende Pflanzen, deren Ähren die Blattscheide verlassen hatten, sehr stark mit Blasenfüßen besetzt waren. Es zeigte sich bei vergleichenden Beobachtungen allgemein, daß bis zur Beendigung des Schossens die Stärke der Besiedlung laufend zunimmt.

Ebenso wie jüngere Einzelpflanzen gegenüber älteren schwächer besiedelt waren, waren auch ganze Feldbestände im früheren Entwicklungsstadium schwächer befallen als ältere.

Zwischen Winterung und Sommerung besteht in dieser Beziehung kein Unterschied. Wenn die Weibchen der ersten Generation er-

wachsen sind und den Hafer aufsuchen, haben die meisten Rispen die Blattscheiden bereits verlassen. Die Untersuchung nebeneinander stehender verschieden weit entwickelter Einzelpflanzen ergab dasselbe Bild wie bei der Winterung: ältere Pflanzen waren wesentlich stärker besiedelt, als jüngere. Götze (1928) berichtete von Beobachtungen, deren Ergebnisse sich mit meinen Befunden decken: „Nach unseren Aussaatversuchen steht jedoch fest, daß eine Einwanderung der Thripse erst beginnt, wenn das Getreide im Schossen so weit fortgeschritten ist, daß bereits die Ähre durch die beiden obersten Blattscheiden geschoben wird. Bei Hafer tritt ein starker Befall (*Stenothrips*) erst ein, wenn sich die Rispe herausschiebt."

Die Hauptmasse der Blasenfüße sucht also — um das nochmals zu wiederholen — das Getreide erst nach dem Ährenschieben auf. Einzelne Thysanopteren sind jedoch schon vorher an jüngeren Pflanzen zu finden. Sie saßen jedoch fast stets hinter den Blattscheiden, zuweilen auch auf der Spreite des obersten Blattes und nur selten an solchen Ähren bezw. Rispen, die von den Blattscheiden noch völlig eingehüllt waren. In letzterem Falle handelte es sich aber zumeist um Ähren, deren Grannenspitzen schon nach außen getreten waren. Die Ähre stand also kurz vor dem Schossen. — In Übereinstimmung mit diesen Befunden wurden die jeweils erstmals beobachteten Fraß- und Kotspuren sowie Eier und Junglarven stets hinter Blattscheiden, nie jedoch an Ähren oder Rispen ermittelt. Daß vor Befall der Haferrispe „öfters schon die die Blattscheiden bewohnenden *Limothripse* festzustellen" sind, wird auch von Götze (1928) vermutet.

Eine Schädigung der jungen, noch in der Blattscheide versteckten Ähre bezw. Rispe durch Thysanopteren bis zum Obliterieren der Ährchen ist unter diesen Verhältnissen wohl so gut wie ausgeschlossen. Andererseits ist es höchst unwahrscheinlich, daß die Saugtätigkeit der Blasenfüße noch nach dem Hervorschieben der Ähre Weißfedrigkeit auslösen kann. In weiter unten zu besprechenden Experimenten konnte nachgewiesen werden, daß Ähren und Rispen künstlich stark mit Thysanopteren infizierter Pflanzen keine Weißährigkeit zeigten. An Ähren wie Rispen wurden sowohl in den Versuchen wie in Feldbeständen im Verhältnis zu anderen Teilen der Pflanze nur wenige Fraßspuren beobachtet. An Ährenspindeln wurden nur selten Thripsflecke festgestellt. Es ist außerdem ausgeschlossen, daß die Spelzen, wenn sie erst einmal voll ausgebildet und erhärtet sind, durch die Saugtätigkeit der Thripse noch zu den unscheinbaren weißen Fädchen zusammenschnurren können, die für das Bild der angeblich durch Thysanopteren hervorgerufenen Weißährigkeit charakteristisch sind.

Zuweilen wurde an ganz jungen, noch tief in den Blattscheiden sitzenden Ähren von Roggen und Gerste Weißfedrigkeit festgestellt. In

entsprechendem Entwicklungsstadium befindliche Haferrispen zeigten an der Basis fast immer Flissigkeit. Ebenso wie an den gesunden jungen Ähren war auch an den kranken niemals Thripsbefall zu beobachten.

Thysanopteren wurden an Ähren (Roggen) und Rispen (Hafer) durchweg erst dann gefunden, wenn die Saugtätigkeit der Blasenfüße hier keine der ihnen bislang zugeschriebenen Formen der Weißährigkeit mehr auslösen konnte. Andererseits wurden Ähren weißfedrig gefunden, bevor sie von Thysanopteren befallen waren.

2. Versuche.

a) Läßt sich durch künstlich herbeigeführte Überbesiedlung des Getreides mit Thysanopteren Weißährigkeit erzeugen?

Die 1927 und 1928 auf dem Versuchsfelde der Biologischen Reichsanstalt, Zweigstelle Kiel durchgeführten Versuche sollten einerseits zeigen, ob durch besonders starken, künstlich hervorgerufenen Thripsbefall an Getreide Weißährigkeit erzeugt werden kann. Andererseits war festzustellen, ob bei gänzlicher Befallfreiheit das Krankheitsbild fehlte. Es wurden junge Getreidepflanzen isoliert und mit Blasenfüßen besetzt. Daneben wurden auf derselben Parzelle Kontrollpflanzen vor Thysanopterenbefall geschützt. Die Isolierung der Versuchspflanzen wurde durch Bedecken mit großen Gazekästen erreicht. Ein solcher Gazekasten bestand aus einem würfelförmigen Holzgestell, das mit sehr engmaschigem Gewebe (Hemdentuch) bespannt war. Vorversuche hatten gezeigt, daß durch dieses Gewebe die sehr kleinen Thysanopteren wirksam an der Zu- oder Abwanderung verhindert werden konnten. Die Grundfläche des Gazekastens bildete ein Quadrat von 1 qm Inhalt, seine Höhe betrug 1,20 m. Der Kasten war durch Drähte, die an seinen oberen Ecken befestigt waren, im Erdboden verankert. Die unteren Kanten wurden etwa 20 cm tief in den Boden eingegraben.

Diese einfache Apparatur bewährte sich. Die Blasenfüße hielten sich gut an den Pflanzen; diese etiolierten zwar etwas, zeigten aber sonst eine normale Entwicklung.

Für die Versuche wurden zur normalen Zeit bestellte Parzellen mit Roggen, Weizen, Gerste und Hafer bereit gehalten. Im Freien wurden Felder dieser 4 Getreidearten von gleichem Entwicklungsstadium wie das der Versuchspflanzen laufend beobachtet. Sobald die ersten Thysanopteren an den laufend kontrollierten Feldern auftraten, wurde die Aufstellung der Kästen und ihre Beschickung vorgenommen. Die für den Versuch benötigten Thysanopteren wurden durch Massenfänge mit dem Insektenfangnetz eingetragen und über den Pflanzen ausgeschüttet. Am Tage nach der Beschickung hatte die Mehrzahl der Tiere bereits die Pflanzen besiedelt (vgl. die Versuchsprotokolle). Die ebenfalls durch einen Gaze-

kasten isolierten Kontrollpflanzen wurden, um Thripsbefall mit Sicherheit auszuschließen, mit „Nikota“ (Hersteller: Riensch, Cunz & Co.) bespritzt. Vorversuche hatten ergeben, daß dieses Tabakpräparat für den Zweck geeignet war. Die Spritzbehandlung wurde später wiederholt, um etwa durch Spalten in der Kastenwandung eingedrungene Thysanopteren abzutöten. Laufend wurden aus allen Kästen zur Kontrolle der Befallsstärke Pflanzen entnommen. Tatsächlich blieb innerhalb der Infektionskästen die Besiedlung stets abnorm dicht. So wurden z. B. an einem infizierten Halm 54 Thripse gezählt. Ein Befall von etwa 25 Thysanopteren kann, wenigstens in Schleswig-Holstein, unter natürlichen Verhältnissen schon als stark bezeichnet werden. Die mit „Nikota“ bespritzten Pflanzen blieben praktisch thripsfrei.

Die Versuchsprotokolle sind in ihren wesentlichsten Punkten nachstehend wiedergegeben:

1927.

Winterroggen.

1. 6. Entwicklungszustand der Pflanzen: Ähre noch nicht geschoßt, vereinzelt schon Grannenspitzen sichtbar. Beginn des Thripsbefalls, auch auf anderen gleichstehenden Roggenschlägen. 2 qm Fläche mit je einem Kasten bedeckt.

2. 6. Pflanzen unter einem Kasten mit Thysanopteren beschickt. Pflanzen in dem Vergleichskasten mit „Nikota“ bespritzt.

3. 6. Die große Mehrzahl der Thysanopteren sitzt an den Pflanzen.

5. 6. Sitz der Blasenfüße: hinter den Blattscheiden und in schon geschoßten Ähren.

15. 6. An einem Halm (in Ähre und hinter Blattscheiden) im beschickten Pflanzenbestand: 54 Vollkerfe, 140 Larven, 309 Eier. An 2 Trieben aus thripsfreiem Kasten 3 bezw. 4 Vollkerfe.

26. 6. 20 Thripse aus dem infizierten Kasten wurden auf ihre Artzugehörigkeit untersucht: 18 *L. cerealium*, 2 *H. aculeatus*.

1. 7. In den beiden Kästen werden 28 bezw. 30 völlig normal ausgebildete Ähren gezählt. Weißährigkeit ist nicht aufgetreten. Die Ähren der isoliert gehaltenen Pflanzen unterscheiden sich nicht von denen der zur gleichen Parzelle gehörigen Freilandpflanzen.

Wintergerste

wurde wie Winterroggen behandelt. Weißfedrige Ähren traten in keinem Falle auf. In dem infizierten Kasten wurden 30, in dem thripsfreien 35 normal ausgebildete Ähren gezählt.

Hafer.

13. 7. Gesät.

24. 8. Mit zwei Gazekästen bedeckt. Die Rispen sind noch nicht geschoben. Hafer noch wenig befallen, nur hinter den Blattscheiden vereinzelte Thysanopteren. Pflanzen in einem Kasten mit mindestens

2500 Blasenfüßen beschickt. Pflanzen in dem anderen Kasten mit „Nikota“ bespritzt.

27. 8. Hafer in dem mit Blaßenfüßen besetzten Kasten stark befallen. Keine Thysanopteren an den mit „Nikota“ bespritzten Pflanzen.

7. 9. Kein Befall an dem mit „Nikota“ behandelten Pflanzenbestand.

12. 10. Versuch abgebrochen. Befall an einer Rispe aus dem mit Blasenfüßen beschickten Kasten ausgezählt: 18 Thysanopteren. Nur ein Fransenflügler an einer Rispe von dem mit „Nikota“ behandelten Pflanzenbestand. Die Pflanzen in beiden Kästen zeigen Rostbefall, besonders stark der Bestand des mit Thysanopteren infizierten Kastens. In beiden Kästen sind je 12 Rispen ausgebildet. Das Entwicklungsstadium ist in den Kästen das gleiche (nach Beendigung der Blüte). Weißährigkeit ist sowohl an den infizierten, als auch an den vor Befall geschützten Pflanzen aufgetreten. Im Freiland neben den Gazekästen stehender Hafer ist in demselben Entwicklungsstadium wie die isolierten Pflanzen und zeigt gleichfalls das Krankheitsbild. Es wurden die gesunden Ährchen sämtlicher Rispen aus beiden Kästen gezählt und der Prozentsatz an weißen Ährchen ermittelt. Zum Vergleich wurde auch aus dem Freiland eine gleiche Anzahl Rispen untersucht und der Grad der Flissigkeit festgestellt. 12 Rispen stark mit Thrips infizierter Pflanzen zeigten im Durchschnitt 55,5% weiße Ährchen. 12 Rispen vor Befall geschützter Pflanzen zeigten im Durchschnitt 50,0% weiße Ährchen. 12 Rispen aus dem Freiland zeigten im Durchschnitt 43,8% weiße Ährchen.

Sommergerste.

13. 7. Gesät.

Behandelt wie Hafer.

12. 10. Versuch abgebrochen: in dem mit Thrips infizierten Kasten sind nur 2 Ähren zur Entwicklung gekommen. Die eine ist normal entwickelt, die andere ist weißfedrig an Basis und Spitze. In dem vor Befall geschützten Kasten haben sich 6 Ähren entwickelt. 3 Ähren zeigen Weißfedrigkeit an Basis und Spitze, die andern 3 sind gesund.

1928.

Sommerroggen.

29. 5. Roggenparzelle mit 2 Kästen bedeckt. Pflanzen ca. 30 cm hoch.

30. 5. Pflanzen in einem Kasten mit Thysanopteren (gefangen auf Winterroggen) beschickt. Von 130 Thysanopteren wurden bei einer Probeentnahme 52 Stücke auf *Haplothrips aculeatus*; 28 Stücke auf *Limothrips denticornis* und 58 Stücke auf *Limothrips cerealium* bezogen. — Vergleichende Untersuchungen in der Nähe liegender Sommerroggenfelder zeigen, daß hier noch kaum Befall vorhanden ist.

2. 6. Die Pflanzen in dem nicht mit Thysanopteren infizierten Kasten werden mit „Nikota“ behandelt. — An 4 Halmen des infizierten Pflanzenbestandes wird die Befallsstärke festgestellt. Es finden sich je 7, 17, 20 und 20 Thysanopteren. — Fraßspuren (Thripsflecken) werden hier vielfach nachgewiesen. 4 Probehalme aus dem mit „Nikota“ behandelten Bestand zeigen keinen Befall.

6. 6. Erneute Beschickung der bereits infizierten Pflanzen mit Blasenfüßen von Winterroggen.

11. 6. In den noch völlig von den Blattscheiden eingehüllten Ähren sind keine Thysanopteren zu finden. Die Tiere sitzen hinter den Blattscheiden.

18. 6. Die meisten Ähren sind halb aus den Blattscheiden herausgeschoben. An einer Ähre des infizierten Bestandes werden 18 Blasenfüße gezählt. Nur sehr wenig Fraßspuren an den Ähren. Eier hinter den Blattscheiden und in den Kelchspelzen. — Die Pflanzen in den den Kästen sind im Vergleich zu denen im Freiland etwas etioliert.

10. 7. An einer Ähre des infizierten Bestandes werden 15 Blasenfüße gezählt. Der mit „Nikota“ behandelte Pflanzenbestand ist befallfrei.

5. 8. Versuch abgebrochen. In dem mit Blasenfüßen beschickten Kasten sind 41 Ähren vorhanden.

Eine Ähre zeigt Weißfedrigkeit an der Spitze und an der Basis. In dem befallfrei gehaltenen Kasten werden 46 Ähren gezählt, davon sind 2 weißfedrig. Eine zeigt obliterierte Ährchen an der Spitze, die andere an Spitze und Basis. Von 45 aus dem Freiland neben den Gazekästen entnommenen Ähren zeigen 3 obliterierte Ährchen an der Spitze. —

Sommerweizen.

In einem gleichsinnig angestellten Versuch mit Sommerweizen waren die Pflanzen bald so stark von Blattläusen befallen und mit Mehltau besetzt, daß sie nicht zur normalen Entwicklung gelangten. Auf eine vergleichende Auswertung mußte daher verzichtet werden.

Hafer.

Anfang August wurde der Versuch abgebrochen. 12 Rispen sind in dem infizierten Kasten, 10 in dem vor Befall geschützten ausgebildet. In beiden Kästen sowie auch im Freiland tritt Weißflissigkeit auf, und zwar in allen 3 Fällen ungefähr gleich stark. Die Rispen des infizierten Bestandes tragen 40% weiße Ährchen, der gleiche Prozentsatz wird bei den im Freiland gewachsenen Pflanzen und an den vor Befall geschützten Rispen beobachtet.

Sommergerste.

Anfang August wurden in dem mit Thysanopteren besetzten Kasten 19 Ähren gezählt. Eine Ähre zeigte Weißfedrigkeit an Spitze und an Basis, 18 waren durchaus gesund. Der mit „Nikota“

Tabelle 22.

Thripsinfektionsversuche auf dem Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt in den Jahren 1927 (Steenbek b. Kiel) und 1928 (Kitzeberg b. Kiel).

	Künstlich stark mit Blasenfüßen infizierte Kastenparzelle		Künstlich befallfrei gehaltene Kastenparzelle		Freilandpflanzen normaler Befall
	Blütenstände		Blütenstände		
	gesunde	kranke	gesunde	kranke	
Winterroggen 1927	30 Stück	0 Stück	28 Stück	0 Stück	Keine Weißährigkeit.
Sommerroggen 1928	40 „	1 „	44 „	2 „	Vereinzelte weißfedrige Ähren.
Wintergerste 1927	30 „	0 „	35 „	0 „	Keine Weißährigkeit.
Sommergerste 1927	1 „	1 „	3 „	3 „	Sehr vereinzelt weißfedrige Ähren.
Sommergerste 1928	18 „	1 „	22 „	3 „	Keine Weißährigkeit.
Sommerhafer 1927	An 12 Rispen durchschnittlich 55,5 % weiße Ährchen		An 12 Rispen durchschnittlich 50 % weiße Ährchen		An 12 Rispen durchschnittlich 43,8 % weiße Ährchen.
Sommerhafer 1928	An 12 Rispen durchschnittlich 40 % weiße Ährchen		An 12 Rispen durchschnittlich 40 % weiße Ährchen		An 12 Rispen durchschnittlich 40 % weiße Ährchen.

behandelte Pflanzenbestand wies 25 Ähren auf, von denen drei Weißfedrigkeit an Basis und Spitze erkennen ließen. Im Freiland wurden in der Nähe der Gazekästen keine kranken Ähren festgestellt. —

Diese Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 22 nochmals tabellarisch zusammengestellt. Sie besagen eindeutig:

1. Auch bei abnorm starkem Thysanopterenbefall ist entweder gar keine Weißährigkeit aufgetreten, oder sie ist nicht stärker entwickelt als bei solchen Pflanzen, die unter Ausschluß von Blasenfüßen gehalten wurden.

2. Auch bei gänzlichem Fehlen von Thysanopteren trat Weißährigkeit in Form des sogenannten „Thripsschadens“ auf.

b) Beziehungen der Schoßgeschwindigkeit und Aussaatzeit zur Weißährigkeit bei Hafer.

Schnellschossende Sorten und früh bestelltes Getreide sollen nach der allgemeinen Ansicht gegen die angeblich durch Thysanopteren erzeugte Weißährigkeit verhältnismäßig gesichert sein (Blunck 1925). Der dieser Ansicht zugrunde liegende Gedanke ist folgender: Jede Getreideart hat hinsichtlich der Möglichkeit, durch Thysanopteren weißährig zu werden, ein kritisches Stadium. Am stärksten gefährdet ist die noch unentwickelte zarte Ähre bis zu ihrem Durchtritt durch die Blattscheiden. Je zeitiger

Tabelle 23.

Hafersortenversuch, Steenbek bei Kiel, 1927.

Sorte	Durchschnittlicher %-Gehalt an weißen Ährchen (ausgezählt 30 Rispen etwa 14 Tage nach dem Schossen) %	Durchschnittliche Entwicklungsdauer in Tagen ab 35 cm Höhe bis zum Schieben der Rispen (nach einem Versuch von Kleine)
Wirchenblatter III	31,5	33
Breustädter Ertragr. Frühhafer . . .	27,8	37
Beseler II	26,9	38
Pflugs Gelbhafer	26,7	36
Fichtelgebirgshafer	7,2	36

dieser Zeitpunkt eintritt, desto eher ist die Gefahr vorüber. Am günstigsten sind in dieser Beziehung früh gesäte Bestände und schnell schossende Sorten gestellt.

Daß verschiedene, unter gleichen Bedingungen stehende Hafersorten verschiedene Grade des Krankheitsbildes aufweisen können, wurde auch von mir gelegentlich der Auswertung eines von Herrn Dr. Ludewig zu diesem Zweck zur Verfügung gestellten Versuches bestätigt (s. Tab. 23). In diesem Versuch lagen die verschiedenen Sortenparzellen unmittelbar nebeneinander und dürften somit annähernd gleiche Bodenverhältnisse aufgewiesen haben; alle Pflanzen waren gleichaltrig; sie wurden zur selben Zeit und in gleicher Stärke von Thysanopteren besiedelt. In Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen Kleines (1925)

Tabelle 24.

Bestellzeit und Stärke der Weißährigkeit bei Hafer.

(Sorte: Svalöfs Siegeshafer.)

Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt in Kitzeberg bei Kiel.

Bestellzeit	Durchschnittliche Prozentzahl an weißen Ährchen bei 30 Rispen
1. 4. 1927	13,3
8. 4. 1927	8,5
15. 4. 1927	15,3
22. 4. 1927	11,4
29. 4. 1927	9,3
6. 5. 1927	8,7
13. 5. 1927	6,9
20. 5. 1927	21,5
27. 5. 1927	10,6
3. 6. 1927	15,0

konnte aber ein Zusammenhang zwischen der Stärke der Weißährigkeit und der Wuchsgeschwindigkeit während des „kritischen Stadiums“ nicht gefunden werden. Bei Betrachtung der Tabelle 23 zeigt sich, daß die am stärksten weißfedrige Sorte (Wirchenblatter III) das gefährdete Stadium in kürzester Zeit durchlief. Umgekehrt dauerte dieses Entwicklungsstadium bei einer relativ wenig weißfedrigen Sorte (Fichtelgebirgshafer) einige Tage länger.

Die andere der beiden eingangs erwähnten Behauptungen, nämlich die, daß Beziehungen zwischen Aussaattermin und Stärke der Weißährigkeit bestehen, wurde in einem weiteren Versuch 1927 auf ihre Stichhaltigkeit untersucht. Zu diesem Zweck wurde eine Anzahl Körner einer Hafersorte (Svalöfs Siegeshafer) vom 1. April ab in Abständen von 7 Tagen bis zum 3. Juni ausgelegt. Alle Versuchspflanzen wurden denselben Pflegemaßnahmen unterworfen. Nach der vollständigen Rispenbildung wurde der Prozentsatz an weißen Ährchen bestimmt. Das Ergebnis ist in Tabelle 24 niedergelegt und zeigt ohne weiteres, daß ein Zusammenhang zwischen Aussaatzeit und Weißährigkeitsgrad hier nicht festzustellen ist.

3. Zusammenfassung.

Daß Blasenfüße die Erreger der Weißährigkeit beim Getreide sind, galt bis vor kurzem als feststehende Tatsache. Nachdem Jablonowski das Problematische dieser Anschauung hervorgehoben hat, wurde die Frage von mir erneut einer Prüfung unterzogen. Ich habe dabei festgestellt:

1. Die in der Literatur mitgeteilten Befunde über die Verursachung der Weißährigkeit an Getreide durch Blasenfüße sind im ganzen weder umfassend noch beweiskräftig genug, um die Frage als entschieden zu betrachten. Auch im einzelnen konnten die bisherigen Anschauungen vom Zustandekommen der Weißährigkeit an Getreide durch zahlreiche Beobachtungen als nicht stichhaltig nachgewiesen werden. Da die Krankheitserscheinung sich bereits dann zeigt, wenn die junge Ähre sich aus den umhüllenden Blattscheiden herausschiebt, muß das kritische Stadium für die Entstehung der Weißährigkeit vor der Zeit des Ährenschiebens liegen. In diesem Stadium bereits müßten die Fransenflügler der Ähre Säfte entziehen, um Weißährigkeit auszulösen. Ich konnte aber nachweisen, daß zu dieser Zeit die Hauptmasse der Thysanopteren normalerweise noch gar nicht aus dem Winterlager abgewandert ist. Die wenigen dann schon auf den Saaten lebenden Stücke sitzen durchweg hinter den Blattscheiden, äußerst selten aber an der jungen Ähre.

Die in der Literatur vertretene Annahme von Zusammenhängen zwischen der Dauer des angeblich kritischen Entwicklungsstadiums der Pflanzen und der Stärke der Weißfedrigkeit konnte in Übereinstimmung

mit Kleine (1925) nicht bestätigt werden. Auch zwischen der Aussaatzeit und dem Umfang der Weißährigkeit bestehen nicht immer Beziehungen. Für die bislang gegen „Thripsschaden" empfohlenen vorbeugenden Maßnahmen: frühe Aussaat und Wahl schnell schossender Sorten entfällt also mindestens vom angewandt-entomologischen Standpunkte die Begründung.

2. Im feldmäßigen Getreidebestand besteht kein Zusammenhang zwischen Stärke des Thysanopterenbefalls und Weißährigkeitsgrad; d. h. starker Thysanopterenbefall war durchaus nicht immer mit starkem Auftreten von Weißährigkeit verbunden, und umgekehrt traten Weißährigkeitsgrade auch ohne Blasenfußbefall oder seine Anzeichen (Eier, Thripsflecken, Kot) auf. — Dieser Befund ergab sich sowohl bei Vergleich einzelner Pflanzen wie bei Bewertung ganzer Felder.

3. Experimentell überstark infizierte Pflanzenbestände zeigten keinen höheren Weißährigkeitsgrad als künstlich befallsfrei gehaltene. Auch an den letzteren konnten zuweilen beträchtliche Prozentsätze von Weißährigkeit beobachtet werden.

Ich fasse nochmals zusammen:

Die von mir untersuchten Blasenfüße, zum mindesten *Limothrips cerealium* und *Haplothrips aculeatus*, rufen an Roggen, Hafer und Gerste keine Weißährigkeit hervor. Auch die Weißfedrigkeit des Weizens steht nach den von mir gewonnenen Eindrücken in keinem Zusammenhang mit Thysanopterenbefall; für diese Getreideart sind meine Unterlagen jedoch noch so dürftig, daß eine Nachprüfung erwünscht ist.

C. Das Problem der Weißährigkeit des Getreides nach Ausschaltung der Thysanopteren als Schaderreger.

Da Thysanopteren als Weißährigkeitserreger an Getreide nicht in Frage kommen, müssen dem Krankheitsbild andere Ursachen zugrunde liegen. Diese zu ermitteln, lag nicht im Plane meiner Untersuchungen. Es soll jedoch im folgenden einiges Material angeführt werden, das vielleicht zur Lösung dieser Frage beitragen kann.

Für den Hafer haben Merkenschlager und Klinkowski (1928) gesucht, dem Problem vom pflanzenphysiologischen Gesichtspunkt näher zu kommen. Sie stellen die Hypothese auf, daß „Dörrfleckenkrankheit und Weißährigkeit des Hafers als verschiedene Krankheitsformen der gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen" sind. Bei ihrer Annahme gehen sie davon aus, daß von den Hauptgetreidearten der Hafer über die geringsten Saugkräfte verfügt. „Der Hafer erleidet sehr rasch Spitzendürre und Blattrötungen, wenn die Wasserzufuhr unterbunden ist." Mit der geringen Saugkraft soll außer der Dörrfleckenkrankheit der Blätter auch die Weißfedrigkeit zusammenhängen: „Wenn der Hafer in der

Tabelle 25.
Größe der Saugkraft und Stärke der Weißährigkeit bei einigen Hafersorten.

Sorte	Osmotischer Wert bei Grenzplasmolyse in Atmosphären (nach Foschum)	Durchschnittliche Stärke der Weißfedrigkeit in Prozenten (nach Kleine)	(eigene Befunde)
Siegeshafer Svalöf	23,444	17,94	?
Kirsches Gelbhafer	23,444	8,41	?
Beseler II	21,491	32,54	?
Beseler III	21,491	?	26,4
Breustedts ertragreicher . . .	21,491	36,46	?
Großmogul	21.491	20,71	?
Kirsches Weißhafer	19,609	46,08	?
Leutewitzer Gelbhafer	19,609	?	31
Jägers Duppauer	19.609	20,68	?

Anlage der Blüte und in der Rispenbildung von den wasserverschiebenden Kräften (Frost durch Eisbildung, Hitze durch Transpirationssteigerung) überrascht wird, dann verdichten sich die chlorophylldefekten Symptome an der Rispe." Die Verfasser machen darauf aufmerksam, daß „der dörrfleckenanfälligere v. Lochows Gelbhafer auch für Weißährigkeit disponiert erscheint".

Wenn die Annahme von Merkenschlager und Klinkowski richtig ist, wäre zu erwarten, daß Hafersorten, die im allgemeinen wenig zur Weißährigkeit neigen, sich vor anderen durch verhältnismäßig höhere Saugkräfte auszeichnen. Die Größe der Saugkraft verschiedener Hafersorten hat Foschum (1928) untersucht. Andererseits haben Kleine (1925) und ich (vgl. S. 503) den Grad der Anfälligkeit einiger Hafersorten gegen Weißährigkeit festgestellt. In Tabelle 25 ist für einige Sorten die Anfälligkeit gegen Weißährigkeit zu den von Foschum mitgeteilten Saugkraftwerten in Vergleich gesetzt. Man sieht, daß die Sorten, welche in der Gruppe der höchsten Saugkraft liegen (Siegeshafer Svalöf und Kirsches Gelbhafer), den geringsten Grad Weißährigkeit aufweisen. Umgekehrt zeigt eine Sorte mit geringer Saugkraft (Kirsches Weißhafer) verhältnismäßig starke Weißährigkeit. — Weitere Schlüsse aus dieser Zusammenstellung zu ziehen, verbietet das noch zu spärliche Material. Das Ergebnis ist aber vorläufig als eine Stütze für die Theorie von Merkenschlager und Klinkowski zu betrachten.

In gleicher Richtung weist die in Schleswig-Holstein in der Praxis oft beobachtete und auch von mir bestätigte Erscheinung, daß Hafersorten mit starker Blattentwicklung das Krankheitsbild in wesentlich höherem Maße aufweisen als solche mit relativ geringer Halm- und Blattsubstanz.

Tabelle 26.

Düngungsmangelversuche mit Hafer. Groß-Flintbek[1]). Sorte Beseler II. Bestellt 22. 4. 1927.

Art der Düngung	Durchschnittlicher Prozentgehalt an weißen Ährchen bei			
	20 Rispen (Versuch I)	20 Rispen (Versuch II)	10 Rispen (Versuch III)	20 Rispen (Versuch IV)
Ohne Kali	17,8	18,6	17,6	16,5
Ohne Kalk	17,0	22,3	21,6	21,3
Ohne Stickstoff	12,6	21,2	19,7	15,5
Ohne Phosphor	12,4	14,3	18,9	18,9
Volldüngung	15,7	?	18,1	18,1
Ungedüngt	20,0	?	20,8	20,9

Auch dieser Befund ist mit der Anschauung von Merkenschlager und Klinkowski gut in Übereinstimmung zu bringen; denn Pflanzen mit relativ großer Blattfläche haben auch einen relativ großen Wasserverbrauch und dürften darum gegen Durstperioden besonders empfindlich sein. — Eine weitere Stütze mag die Annahme von Merkenschlager und Klinkowski in der Beobachtung von Blunck finden, daß einzeln und an Feldrändern stehende Haferpflanzen das Krankheitsbild in höherem Maße aufweisen als solche, die in dichtem Feldbestand stehen: in Trockenheitsperioden werden einzeln stehende Pflanzen der austrocknenden Wirkung des Windes besonders stark ausgesetzt sein.

Damit vorläufig nicht in Einklang zu bringen ist eine Beobachtung, wonach Weißährigkeit des Hafers bei Kalkmangel besonders stark auftrat. In Tabelle 26 sind die bei Auswertung einer Mangelversuchsserie[2]) gefundenen Grade von Weißährigkeit zusammengestellt: bei Kalkmangel war die Prozentzahl weißer Ährchen im Durchschnitt besonders groß. Auch auf ungedüngten Parzellen war nach Tab. 26 die Weißährigkeit stärker.

IV. Schriftennachweis.

1. Ahlberg, O., Zur Kenntnis der schwedischen Thysanopteren. In: Archiv f. Zoolog., Bd. 13, S. 1—10, 1921.
2. Beling, T., Ein dem Getreide schädliches Insekt. In: Verh. zool.-bot. Ges. Wien, Bd. 22, S. 651—654, 1872.
3. Blattny, C., Wo überwintern Thripse? In: Ochrana rostl. Prag, IV. Jahrg., S. 63 bis 64, (Ref. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1925) 1924.
4. Blunck, H., Getreideblasenfüße. In: Stehli, Feinde der Land- und Forstwirtschaft, ihre Biologie und Bekämpfung. H. 4, S. 105,
5. — — Thysanopteren. In: Sorauer 1925, Hdb. d. Pflanzenkrankh., Bd. 4, S. 246—270.

[1]) Versuchsansteller Herr Diplomlandwirt Schlotfeldt.

[2]) Herr Diplomlandwirt Schlotfeldt (Voorde) überließ mir in dankenswerter Weise die Auswertung der von ihm angestellten Versuche in bezug auf das Auftreten von Weißährigkeit.

6. Börnstein, R., Leitfaden der Wetterkunde. 1906.
7. Borodin, The first report on the work of the Entomological Bureau and a review of the pests of the goot of Poltava in 1914. (Ref.: R. a. E. 4, S. 330), 1914.
8. Böttrich, Der Getreideblasenfuß, sein Auftreten und seine Bekämpfung. In: Die Ernährung d. Pflanze, 23. Jahrg., S. 272, 1927.
9. Buffa, Kontributo allo studio amitomico della Heliothrips haemorhoidalis. In: Rivista di patologia vegetale 7, 1898—99.
10. Curtis, Farm Insects, S. 286—289, 1860.
11. Dahl, F., Die mechanische Methode im Sammeln von Tieren. In: Zool. Anzeig., Bd. 31, Nr. 26, S. 917—919, 1907.
12. — — Grundsätze und Grundbegriffe der biocönotischen Forschung. In: Zool. Anz., Bd. 33, Nr. 11, S. 349—353, 1908.
13. — — Das mechanische Sammeln als wissenschaftliche Forschungsmethode. In: Zool. Anz., Bd. 32, Nr. 12/13, S. 391—393, 1907.
14. van Eecke, Eerste Bijdrage tot de kennis de Nederlandsche Thysanoptera. In: Natuurk. Verh. Haarlem, Vol. 9, 1922.
15. Elliot, C., Oat blast. In: Phytopatology 15, S. 564—7, 1925.
16. Esmarch, Weißfedrige Roggenähren. In: Die kranke Pflanze, H. 3, S. 138, 1926.
17. — — Blasenfußschäden. In: Die kranke Pflanze, H. 7, S. 114—115, 1928.
18. Fischer, H., Versuche über Frostbeschädigungen an Getreide und Hülsenfrüchten. In: Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot., H. 13, S. 92—141, 1915.
19. Foschum, Über die Saugkraft verschiedener Hafer- und Maissorten. In: Fortschr. d. Landwirtsch., H. 22, S. 1014—1017, 1928.
20. Foster u. Jones, The Life History and Habits of the Pear Thrips in California. U. S. Dept. Agric. Washington Bul. 173 (Ref.: R. a. E. 3, 463), 1915.
21. Garbe, Weißährigkeit bei Weizen. In: Deutsche Landw. Presse, 52, S. 410, 1925.
22. Götze, Thysanopteren. In: Landw. Jahrb. Zeitschr. f. wissensch. Landwirtsch., S. 56. 1928.
23. Haliday, An Epitome of the British genera in the Order Thysanoptera, with indication of a few species. In: The Entomological Magazine, Vol. III, S. 444—445, 1836.
24. Heikerdinger, Der Streifsack und seine Handhabung. Wiener Entom. Ztg., 35 Jahrg., S. 189—214, 1916.
25. Hiltner, Schädigungen der Kulturpflanzen durch Kalkmangel im Boden. In: Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, H. 17, S. 131—134, 1919.
26. — — Der Kornfraß verursacht durch den Getreideblasenfuß. In: Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, H. 14, S. 68—70, 1916.
27. Hinds, Contribution to a monograph of the sects of the order Thysanoptera inhabiting North America Proc. U. S, Nation. Mus., Vol. 26, S. 79—242. 1902.
28. Holdhaus, K., Die Siebtechnik zum Aufsammeln der Terricolfauna nebst Bemerkungen über die Ökologie der im Erdboden lebenden Tierwelt. In: Zeitschr. f. wissensch. Insektenbiol., Bd. 6, 1910.
29. Jablonowski, Über die vermeintlichen Fritfliegenschäden. Vortrag, gehalten auf der 5. Mitgl.-Vers. d. Deutsch. Ges. f. angew. Entom. in Hamburg. Ref.: Verh. d. Deutsch. Ges. f. angew. Entom. 1926, S. 28, 1925.
30. — — Zur Klärung der Thripsschädenfrage. In: Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 12, H. 2, S. 223—242, 1926.
31. Jordan, K., Anatomie und Biologie der Physapoden. In: Zeitschr. wissensch. Zool. 47, 4, S. 541—620, 1888.
32. Kaufmann, O., Die Weißährigkeit der Wiesengräser und ihre Bekämpfung. I u. II. In: Arb. aus d. Biol. Reichsanstalt. Bd. 13, S. 497—567, 1925.
33. Karny, H., Thysanopteren. In: Treubia. Bd. 1, S. 211/69, 1921.
34. Kleine, R., Beschädigung des Hafers durch Thysanopteren. In: Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 11, H. 1, S. 113—131, 1925.

35. Knechtel, Thysanoptere din Romania. Bul. Agriculturii, Vol. 2—4 u. sep. Bukarest, 1923.
36. Körnicke, In: Verh. d. Naturwissensch. Verein d. Preuß. Rheinl. u. Westf., 34. Jahrg., S. 330, 1877.
37. Körting, A., Zur Kenntnis der Überwinterung einiger an Gräsern lebender Thysanopteren. In: Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd., H. 2, S. 13—15, 1928.
38. Kuhn, Weißährigkeit bei Winterweizen. In: Deutsch. Landw. Presse, 52, S. 376 bis 377, 1925.
39. Krausse, Ein neuer automatischer Ausleseapparat, besonders für terricole Insekten und Milben. In: Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 3, H, 2, S. 303—304, 1916.
40. Lindemann, K., Die am Getreide lebenden Thripsarten Mittelrußlands. In: Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, Vol. 62, S. 296—337, 1886.
41. Ludwig, In: Zeitschr. f. wissensch. Insekten-Biol., Bd. 8, S. 71—72, 1912.
42. Merkenschlager und Klinkowski, Sind Weißährigkeit und Dörrfleckenkrankheit des Hafers als verschiedene Krankheitsformen einer gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen? In: Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzd., H. 11, S. 104—105, 1928.
43. Müller, Beiträge zur Biologie, Anatomie, Histologie und inneren Metamorphose der Thripslarven. In: Zeitschr. wissenschaftl. Zool. 130, S. 251—303, 1927.
44. Oberstein, Hagel- oder Insektenschäden. In: Zeitschr. d. Landw. Kammer f. d. Prov. Schlesien, S. 714—715, 1915.
45. Pillai, S., Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu und Kiefernstreuuntersuchungen. In: Zeitschr. f. angew. Entom., Bd. 8, H. 1, S. 1—30, 1922.
46. Priesner, H., Thysanopteren. In: Schulze, Biol. d. Tiere Deutschl. Liefg. 2, T. 29, 1923.
47. — — Die Winterquartiere der Thysanopteren. In: Dr. Kranchers Ent. Jahrb., S. 151—162, 1924/25.
48. — — Die Thysanopteren Europas. 1928.
49. — — Anleitung zum Sammeln und zum Studium der Thysanopteren. In: Ent. Jahrb. 1915.
50. Uzel, H., Monographie der Ordnung Thysanoptera. 1895.
51. Reuter, E., Über die Weißährigkeit der Wiesengräser in Finnland. In: Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica. 19, Nr. 1, 1900.
52 Riehm, Die Spitzendürre des Getreides. In: Deutsche Landwirtschaftl. Presse, 46, S. 324, 1919.
53. — — Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 1927.
54. Schaffnit, E., Die Beschädigung der Getreideähren durch Blasenfüße. In: Flugblattsammlung über Pflanzenschutz, 1915.
55. Schuster, W., Der Getreideblasenfuß (*Thrips cerealium*). In: Bad. Blätter f. Schädlingsk., S. 15—18, 1924.
56. Stranak, Ein Beitrag zur Erkenntnis der phytopathologischen Bedeutung der Getreideblasenfüße. In: Deutsche Landwirtschaftl. Presse, Bd. 39, S. 771, 1912.
57. — — Beiträge zur Kenntnis der phytopathogenen Bedeutung der Blasenfüße. In: Zemedelsky Archiv, Prag, S. 1—5, (Ref.: Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 33, S. 132), 1920.
58. Szanislo, In: Verh. Zool. bot. Ges. Wien, Bd. 29, S. 33—36, 1880.
59. Tullgren, Dir. Filip Tryboms efterlämnade faunistiska anteckmisgar om svenska Thysanoptera. In: Entom. Tidskr., Bd. 38, S. 33—61, 1917.
60. Weiß, Der Getreideblasenfuß *Thrips cerealium*. In: Prakt. Blätter f. Pflanzensch., 3. Jahrg., S. 71—78, 1900.
61. Zimmermann, Über das Massenauftreten namentlich schädigender Insektenformen. In: Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., Bd. 21. 1911.

Abb. 14. Weißährigkeit an Weizen, daneben eine gesunde und eine flugbrandkranke Ähre. 4. August 192[illegible] Phot. Prof. Dr. Blanck.

Abb. 15. Weißährigkeit an Winterroggen. Todenbüttel 4. Juni 1927. Phot. Prof. Dr. Blanck.

Abb. 16. Weißährigkeit an Gerste, daneben eine gesunde und eine streifenkranke Pflanze. 4. August 1928. Phot. Prof. Dr. Blunck.

Abb. 17. Rechter Fühler von *L. cerealium*, Weibchen. Dorsalansicht.

Abb. 18. Rechter Fühler von *L. denticornis*, Weibchen. Dorsalansicht.

Abb. 19. *L. cerealium*, Weibchen. Dorsalansicht.

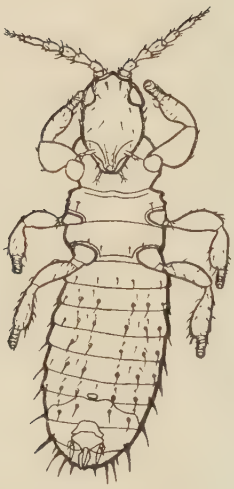


Abb. 20. *L. denticornis*, Männchen. Ventralansicht.

Abb. 21. *Haplothrips aculeatus*, Weibchen. Ventralansicht.

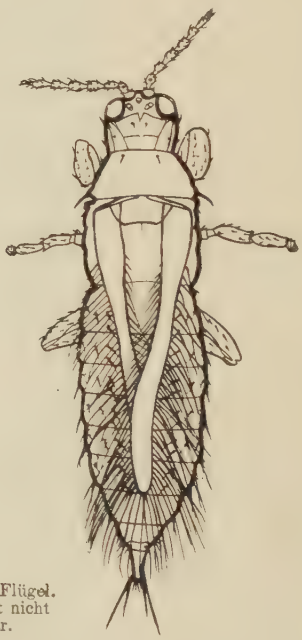


Abb. 22. *Haplothrips aculeatus*, Weibchen. Dorsalansicht.

Untersuchungen über Dauer des Eistadiums, Wachstum und Stoffwechsel des Kiefernspanners (Bupalus piniarius L.).

Von

Dr. **F. Schwerdtfeger.**

(Mit 5 Abbildungen.)

Die nachfolgend geschilderten Untersuchungen sind in den Monaten Juni bis November 1929 während meines Aufenthaltes in der Letzlinger Heide durchgeführt worden.

1. Dauer des Eistadiums.

Über die Dauer der Embryonalentwicklung des Kiefernspanners bringt die Literatur nur äußerst dürftige Angaben. In den Lehrbüchern findet sich meist nur die Bemerkung, die Raupen erschienen Ende Juni bis Anfang Juli. Die einzigen zahlenmäßigen Angaben über die Länge der Eiperiode bringt meines Wissens Wolff. In seiner Monographie des Kiefernspanners (Berlin 1913) sagt er S. 56, die Räupchen seien nach 13 bis 18 Tagen aus dem Ei ausgeschlüpft, und einige Zeilen weiter heißt es: „Aus Knauths Angaben — läßt sich für das Eistadium im freien Bestande ungefähr eine Zeit von 3 Wochen berechnen. Ungewöhnlich warme Witterung, besonders im Juni, wird eine Abkürzung dieses Stadiums bis auf 2 Wochen bewirken können. Bei kalter Witterung ist eine nicht unbeträchtliche Verzögerung der Entwicklung im Ei zu erwarten.“ In den „Forstlichen Lepidopteren“ (Jena 1922) übernehmen Wolff und Kraußе diese Angaben: „Die Räupchen schlüpfen aus den Eiern in der 2. bezw. 3. Woche nach der Eiablage.“ Und schließlich schreibt Wolff im „Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik“ IX, 1912: „Über Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners“: „Bei meinen Laboratoriumszuchten schlüpften nach 4—5 Tagen die jungen Räupchen aus.“ Leider fehlt hier die Angabe der Temperatur, in der die Zuchten gehalten wurden.

Von vornherein ist anzunehmen, daß die Dauer der Embryonalentwicklung abhängt von dem Wärmegrad, dem die Eier ausgesetzt sind, daß sie sich als Funktion der Temperatur in einer Kurve aufzeichnen läßt. Es steht

hier nicht zur Erörterung, ob die Blunck-Bodenheimersche Hyperbel, die Janischsche Kettenlinie oder irgend eine andere Kurve am einwandfreiesten die Temperaturabhängigkeit biologischer Vorgänge auszudrücken vermag. Die Hyperbel hat sich innerhalb der für die Praxis in Betracht kommenden Temperaturgrenzen als völlig ausreichend erwiesen; und da ihre Berechnung und Zeichnung sehr einfach ist, habe ich versucht, die Dauer der Embryonalentwicklung von *Bupalus piniarius* in Gestalt einer Hyperbel darzustellen.

In Zuchtgläsern mit Kiefernzweigen hielt ich begattete Weibchen; unmittelbar nach erfolgter Eiablage entnahm ich die mit Eiern belegten Nadeln, steckte sie in Reagenzgläser und setzte sie verschiedenen Temperaturen aus. In meinem notdürftig eingerichteten Feldlaboratorium standen mir Thermostaten nicht zur Verfügung. So suchte ich unterschiedliche Temperaturen zu erzielen, indem ich die Reagenzgläser in alle möglichen Zimmer und Ecken des Hauses unterbrachte. An sämtlichen Stellen wurden dreimal täglich (um 7, 13 und 21 Uhr) die Temperaturen abgelesen und das Mittel berechnet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1.

Nr.	Dauer des Eistadiums in Tagen	Mittlere Temperatur in Celsiusgraden
1	13	21,5
2	14,5	22,3
3	16	18,8
4	16	18,7
5	17,5	18,5
6	17,5	18,2
7	18	18,3
8	18	18,1
9	18	18,1
10	19	17,1
11	19,5	17,9
12	19,5	17,4
13	19,5	17,4
14	19,5	17,3
15	19,5	17,2
16	19,5	17,1
17	19,5	16,9
18	20	16,6
19	20,5	16,9
20	22	16,1
21	29,5	14,0
22	30	13,9
23	31	14,0

Die Temperaturen an den verschiedenen Beobachtungsstellen schwankten naturgemäß innerhalb der 2 bis 4 Wochen, welche die Embryonalentwicklung dauerte. Es kamen Schwankungen bis zu 10° C vor. Daraus erklären sich meines Erachtens die großen Ungleichmäßigkeiten in der obigen Tabelle; die Berechnung des arithmetischen Mittels ergibt nur einwandfreie Resultate, wenn die Komponenten auf einer Geraden liegen, die Funktion also einfach ist. Dies ist hier nicht der Fall; die Embryonalentwicklung wird bei höheren Temperaturen ungleich stärker abgekürzt.

Diese Fehlerquellen mußten beim Mangel genauerer Versuchsapparate in Kauf genommen werden. Es wurde versucht, sie durch möglichst genaue Berechnung der Hyperbelgleichung unschädlich zu machen.

Die Blunckschе Gleichung lautet bekanntlich:

$$t \,.\, (T - c) = \text{konstant},$$

wobei T die Temperatur, in Celsiusgraden, t die Anzahl der Tage und c eine zu berechnende Konstante bedeutet. Man kann die Gleichung auch schreiben:

$$t_1 \,.\, (T_1 - c) = t_2 \,.\, (T_2 - c) = t_3 \,.\, (T_3 - c) = \text{usw.}$$

Hieraus wurde c gefunden, indem für t_1 und T_1, für t_2 und T_2 usw. sämtliche möglichen Werte aus obiger Tabelle eingesetzt wurden. Es er-

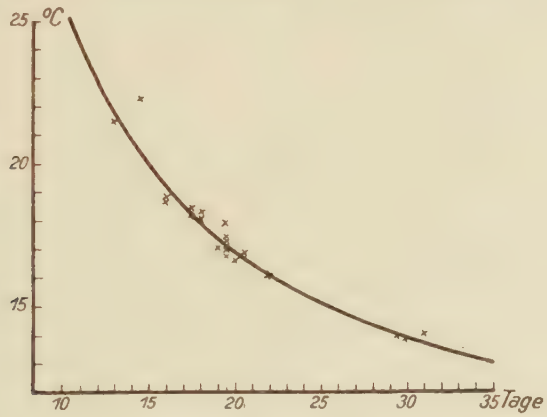


Abb. 1. Dauer des Eistadiums.

gaben sich insgesamt 207 Werte für c. Aus diesen Werten wurde das Mittel nach Johannsen (Elemente der exakten Erblichkeitslehre, Jena 1913) bestimmt. So hoffe ich für c einen möglichst genauen Wert errechnet zu haben.

Auf der rechten Seite der Blunckschen Gleichung steht eine Konstante, die Temperaturkonstante. Sie wurde gefunden, indem für c die errechnete Größe, für t und T die Zahlen der Tabelle eingesetzt wurden. Von den so erhaltenen 23 Werten wurde unter Nichtberücksichtigung zweier offensichtlicher Ausreißer das arithmetische Mittel genommen. So

ergibt sich folgende Gleichung als Ausdruck der Abhängigkeit der Embryonalentwicklung von *B. piniarius* von der Temperatur:

$$t.(T - 7{,}95) = 179{,}77$$

oder abgerundet:

$$t.(T - 8) = 180.$$

Die Abrundung ist zulässig, da die Versuchsgrundlagen nicht derart genau sein können, um eine Berechnung bis auf 2 Stellen hinter dem Komma zu rechtfertigen; zudem ergibt sich durch die Abrundung kaum ein Unterschied im Ergebnis bei Berechnung von t oder T.

Durch Einsetzen verschiedener Werte für T oder t läßt sich ohne weiteres die Hyperbel zeichnen. Sie ist dargestellt in der Abbildung 1; die Punkte geben die empirisch gefundenen Werte an.

2. Längenwachstum der Raupen.

Zu drei Parallelversuchen wurden 250, 176 und 150 eben ausgeschlüpfte Eiräupchen an Kiefernzweigen in die Gläser a, b und c gesetzt. Die Zweige wurden in Abständen von wenigen (2—4) Tagen erneuert, jeweils so rechtzeitig, daß Zustand und Menge der den Raupen gebotenen Nahrung ausreichten. Die Gläser standen in Zimmertemperatur, bei ungefähr 20° C, die aber Schwankungen nach oben und unten unterworfen war.

Bei Erneuerung der Zweige wurde die Länge von 3 bis 5, den Durchschnitt repräsentierenden Raupen gemessen. Da die Größe lebender Spannerraupen infolge ihrer Bewegungsart und ständigen Längenänderung schlecht festzustellen ist, wurden die zu messenden Raupen einige Minuten in Alkohol gebracht; dann wurde auf Millimeterpapier ihre Länge in Millimeter ermittelt und aus den gewonnenen Zahlen das Mittel gezogen. Die Zahl der jeweils gemessenen Raupen ist für eine Durchschnittsberechnung etwas klein; sie konnte jedoch nicht größer gewählt werden, da das Verfahren, die Raupen zu den in kurzen Abständen erfolgenden Längenermittelungen zu töten, bei Messung einer größeren Menge Raupen sehr bald zu einer Erschöpfung des in den Gläsern vorhandenen Raupenvorrats geführt hätte.

Das Resultat der Messungen ist in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Versuche a und c wurden bis zur Verpuppung der Raupen durchgeführt, bei b war die Raupenzahl vorher verbraucht. Die Anfangsgröße eben ausgeschlüpfter Eiräupchen beträgt 1,9 mm; ausgewachsene Spannerraupen sind rund 30 mm lang. Zur Erreichung der Endgröße gebrauchten sie bei Zimmertemperatur rund 70 Tage. Im Freien fressen die allen Witterungseinflüssen ausgesetzten Raupen im Durchschnitt über 3 Monate.

Der Verlauf des Längenwachstums läßt sich am deutlichsten an Hand einer graphischen Darstellung darlegen. Die Kurve der Abbildung 2 ist die Verbindungslinie der in der letzten Spalte der Tabelle 2

Tabelle 2.

Alter der Raupen in Tagen	Größe der Raupen in mm			
	Glas a	Glas b	Glas c	im Durchschnitt von 10 Tagen
Schlüpftag . .	1,9	1,9	2,0	1,9
4	3,6	—	3,1	—
5	—	3,8	—	—
6	—	—	—	3,4
7	—	—	5,0	—
8	—	4,5	—	—
9	5,0	-	—	—
12	6,9	—	—	—
14	—	—	6,5	—
15	—	5,8	—	—
16	—	—	—	6,9
17	—	—	7,5	—
18	—	7,0	—	—
19	7,6	—	—	—
21	—	—	8,4	—
22	9,6	7,7	—	—
23	—	—	9,9	—
24	—	9,4	—	—
25	11,2	—	—	—
26	—	—	12,6	10,5
27	—	11,2	—	—
28	10,4	—	11,2	—
29	—	11,2	—	—
30	—	—	13,6	—
31	11,4	11,1	—	—
32	—	—	15,4	—
33	14,3	13,2	—	—
34	—	—	14,4	—
35	14,1	15,8	—	—
36	—	—	16,5	14,9
37	13,4	15,4	—	—
38	—	—	18,2	—
39	15,8	17,0	—	-
40	—	-	17,8	—
41	17,8	17,2	—	—
42	—	—	18,9	—
43	19,2	18,1	—	—
45	18,1	—	—	—
46	—	—	—	17,9
47	18,2	—	—	—
49	17,0	-	—	-
50	—	—	16,5	-
55	22,4	—	20,4	—
56	—	—	—	23,1
58	—	—	23,8	—
59	25,8	-	—	—
61	26,9	—	—	—
63	29,0	—	—	—
66	—	—	—	27,7
67	—	—	26,7	—
69	—	—	28,0	—
72	29,6	—	—	29,6

angegebenen zehntägigen Mittel der Messungen. Die durch Kreuze markierten Punkte sind die jeweiligen Messungsergebnisse. Die Kurve hat ungefähr den Verlauf einer Geraden; die Schwankung nach unten um den 50. Tag dürfte die Folge mangelhafter Versuchsdurchführung sein: ich war zu dieser Zeit einige Tage verreist; das vor der Reise den Raupen gegebene, sehr reichliche Futter war bei meiner Wiederkehr restlos verzehrt; die Raupen haben also einige Zeit gehungert und darauf anscheinend durch Verzögerung des Längenwachstums reagiert. Wenn man sich das durch Hungern verursachte Absinken wegdenkt, läßt sich die Kurve auch als sehr flache S-Kurve im Sinne der von Janisch (Das Exponentialgesetz, Berlin 1927, Abb. 136/138) gegebenen Wachstums-

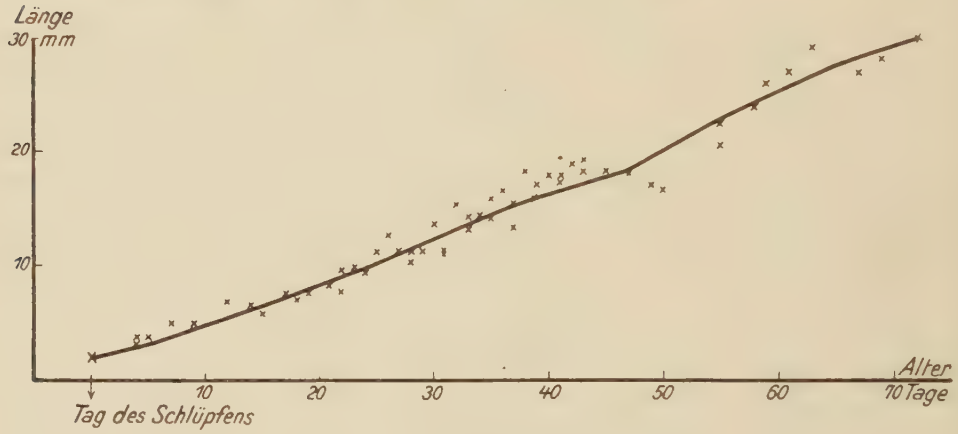


Abb. 2. Längenwachstum.

kurven deuten. Gleichgültig, ob man die Kurve als Gerade oder als sehr flache S-Linie ansieht: das Wachstum der Spannerraupen verläuft bei konstanter Temperatur und ausreichender Nahrung außerordentlich gleichmäßig und beträgt in Zimmerwärme rund 0,4 mm je Tag.

3. Stoffwechsel der Raupen.

Zur Durchführung der im folgenden geschilderten Untersuchungen wurden die gleichen Raupen in den Gläsern a, b und c wie im vorigen Abschnitt benutzt. Jeweilig bei Einbringung frischer Zweige wurde auf einer Apothekerwage deren Gewicht festgestellt; durch Wägen der gleichen Zweige bei der nach einigen Tagen stattfindenden Futtererneuerung ergab sich ein Gewichtsverlust, der sich zusammensetzt aus der Minderung durch den Fraß der Raupen und durch Verdunstung. Der Verdunstungsverlust, prozentual ausgedrückt zum Anfangsgewicht des Zweiges, wurde in einem Kontrollversuch ermittelt, indem ein Zweig in genau der gleichen Weise wie die Zweige a, b und c in ein Glas gebracht, aber nicht mit

Raupen belegt wurde. Durch Abzug des Verdunstungsprozentes von der Gesamtgewichtsminderung gelangte ich zu dem durch den Raupenfraß verursachten Gewichtsverlust, mit anderen Worten zu der Nadelmenge, welche die auf den Zweigen sitzenden Raupen innerhalb der Versuchsdauer aufgenommen hatten. Durch Division durch die Zahl der Raupen und Versuchstage erhielt ich die von einer Raupe innerhalb 24 Stunden aufgenommene Nahrungsmenge.

Ferner wurde bei jeder Zweigerneuerung der seit der letzten Futterdarreichung gefallene Kot gewogen, nachdem er vorher durch längeres Stehenlassen in flachen Petrischalen zimmerlufttrocken gemacht war. Die von einer Raupe in 24 Stunden abgeschiedene Kotmenge wurde wiederum durch Division des Kotgewichtes durch die Versuchstage und Raupen ermittelt.

In den Tabellen 3 a—c sind die gefundenen Nahrungs- und Kotmengen in Beziehung zu der Länge der Raupen gesetzt worden. Es wurde nicht das Alter der Raupen als Vergleichsmaßstab gewählt, da jederzeit die Länge, aber nicht das Alter einer Raupe festzustellen ist. Die Raupengröße wurde wie im vorigen Abschnitt geschildert ermittelt. Die angegebene Länge ist nicht die bei Wägung des befressenen Zweiges bezw. der Kotmenge gemessene, sondern das Mittel aus den Längen bei Einbringung des Zweiges und bei seiner Herausnahme. Beispiel: die unmittelbar nach dem Ausschlüpfen an die Zweige gesetzten Eiräupchen waren 1,9 mm lang; nach 4 Tagen wurde der Zweig gewogen und eine aufgenommene Nahrungsmenge von 2,3 mg und eine Kotmenge von 0,1 mg festgestellt (Tab. 3 a, erste Reihe); die Raupenlänge war zu diesem Zeitpunkt 3,6 mm. Aus den Größen 1,9 und 3,6 wurde das arithmetische Mittel gezogen und es ergab sich die in der ersten Reihe der Tabelle 3 a mitgeteilte Länge von 2,8 mm. Dieses Verfahren mußte eingeschlagen werden, da sich innerhalb des genannten Zeitraums Raupen in den Größen von 1,9 bis 3,6 mm an der Ausscheidung der schließlich ermittelten Kotmenge bezw. an der Aufnahme der Nahrung beteiligen; es ist daher richtiger, die Wägeergebnisse auf die mittlere Größe zu beziehen, nicht auf die Endgröße.[1])

In der letzten Spalte ist das Verhältnis der Nahrungsmenge zur Kotmenge aufgezeichnet; über seine Bedeutung wird später gesprochen.

Hin und wieder wurden Raupen aus Freiland unter den gleichen Bedingungen wie die in den Gläsern gezogenen Raupen eingezwingert

---

[1]) Die Beziehung auf die mittlere Größe bringt nur eine Annäherung an die wirklichen Verhältnisse, da die Nahrungsaufnahme (und in gleicher Weise die Kotabscheidung) nicht in einfacher Proportion zum Wachstum steht, sondern die größeren Raupen ungleich mehr fressen. In dem angeführten Beispiel würde die Fraßmenge von 2,3 mg also nicht genau einer Raupe von 2,8 mm entsprechen, sondern einer solchen, deren Länge zwischen 2,8 und 3,6 mm, jedoch sehr nahe nach 2,8 mm hin läge. Der bei der Mittelberechnung gemachte Fehler wird um so kleiner, je kürzer die Zeiträume gewählt werden.

Tabelle 3a.

Länge der Raupen in mm	Gewicht der von 1 Raupe in 24 Stunden		Stoffwechsel-quotient
	aufgenommenen Nahrungsmenge in mg	abgegebenen Kotmenge in mg	
2,8	2,3	0,1	23,0
4,3	1,7	0,1	17,0
6,0	3,8	0,4	9,5
8,6	4,7	0,7	6,7
10,4	6,6	1,3	5,1
10,8	5,2	0,9	5,8
10,9	6,8	1,4	4,9
12,9	9,1	1,5	6,1
13,8	11,0	2,8	3,9
14,2	9,1	2,4	3,8
14,6	11,3	3,3	3,4
16,8	14,0	3,8	3,7
17,6	20,1	5,6	3,6
18,2	18,4	4,6	4,0
18,5	13,8	3,5	3,9
18,7	12,6	3,6	3,5
20,5	24,8	8,1	3,1
22,0	37,7	12,9	2,9
22,4	47,5	18,1	2,6
23,1	39,7	13,9	2,8
23,8	35,7	13,7	2,6
24,1	52,0	20,4	2,5
26,4	34,8	13,2	2,6
28,0	35,9	13,2	2,7
29,0	27,5	15,0	1,8
29,3	26,1	12,2	2,1

Tabelle 3b.

2,9	1,4	0,1	14,0
4,2	2,1	0,2	10,5
6,4	3,0	0,3	10,0
7,4	3,0	0,4	7,5
8,6	6,4	0,9	7,1
10,3	6,8	1,1	6,2
11,2	7,5	0,9	8,3
11,2	8,2	1,3	6,3
12,2	10,9	2,4	4,5
14,5	10,0	3,0	3,3
15,6	14,5	3,8	3,8
16,2	15,0	3,8	3,9
17,1	10,0	2,4	4,2
17,7	12,4	3,3	3,6

Tabelle 3c.

Länge der Raupen in mm	Gewicht der von 1 Raupe in 24 Stunden		Stoffwechsel-quotient
	aufgenommenen Nahrungsmenge in mg	abgegebenen Kotmenge in mg	
2,6	0,7	0,1	7,0
4,1	2,5	0,1	25,0
7,0	4,0	0,4	10,0
8,0	3,1	0,5	6,2
9,2	7,2	1,4	5,1
11,3	6,3	1,4	4,5
11,9	7,8	1,7	4,6
12,4	9,6	2,8	3,4
14,5	12,6	3,9	3,2
14,9	11,1	4,6	2,4
15,5	13,5	4,1	3,3
17,4	15,1	4,3	3,5
17,7	12,3	4,5	2,7
18,0	12,7	4,1	3,1
18,4	13,2	4,4	3,0
18,5	26,9	10,2	2,6
22,1	37,1	12,3	3,0
23,0	45,6	17,3	2,6
23,7	57,1	20,6	2,8
25,1	47,6	17,1	2,8
25,3	36,0	14,2	2,5
25,7	41,6	16,2	2,6
27,4	38,4	15,0	2,6

und ihre Nahrungs- bezw. Kotmengen gemessen. Es sollte damit kontrolliert werden, ob sich die Zuchtraupen nicht etwa anders verhielten als Freilandraupen. Sämtliche Kontrollen fielen zur Zufriedenheit aus: die Wägungsergebnisse der Freilandraupen stimmten mit denen entsprechender Zuchtraupen überein.

a) Nahrungsaufnahme.

Über die Fraßmengen der Raupen hat schon Kalandadze (Anzeiger für Schädlingskunde 1927, H. 7) Untersuchungen angestellt. K. berechnete die von Raupen verschiedener Stadien verursachten Fraßspuren nach ihrer Oberfläche in Quadratmillimeter. Er fand z. B., daß eine Raupe im 3. Stadium 14,4 qmm, im 4. aber 28,6 qmm der Nadeloberfläche fraß. Die Untersuchungen geben ein Bild von dem starken Anwachsen der Fraßintensität mit zunehmender Raupengröße, konnten aber keine genauen Ergebnisse liefern, da bei der zweidimensionalen Ermittlung der Fraßmenge durch Ausmessen von Länge und Breite der Nagespur die

dritte Dimension, die Tiefe, unberücksichtigt bleibt, wobei zu bedenken ist, daß die älteren Raupen erheblich tiefer nagen als die jüngeren. Ferner ist die Nahrungsaufnahme nicht während des ganzen Raupenlebens, sondern nur an einigen typischen, durch das Raupenstadium gekennzeichneten Vertretern beobachtet worden; selbst innerhalb des gleichen Stadiums ist die Fraßintensität der Raupen aber sehr unterschiedlich: zu Anfang des z. B. 3. Stadiums frißt die Raupe erheblich weniger als zu Ende, nach

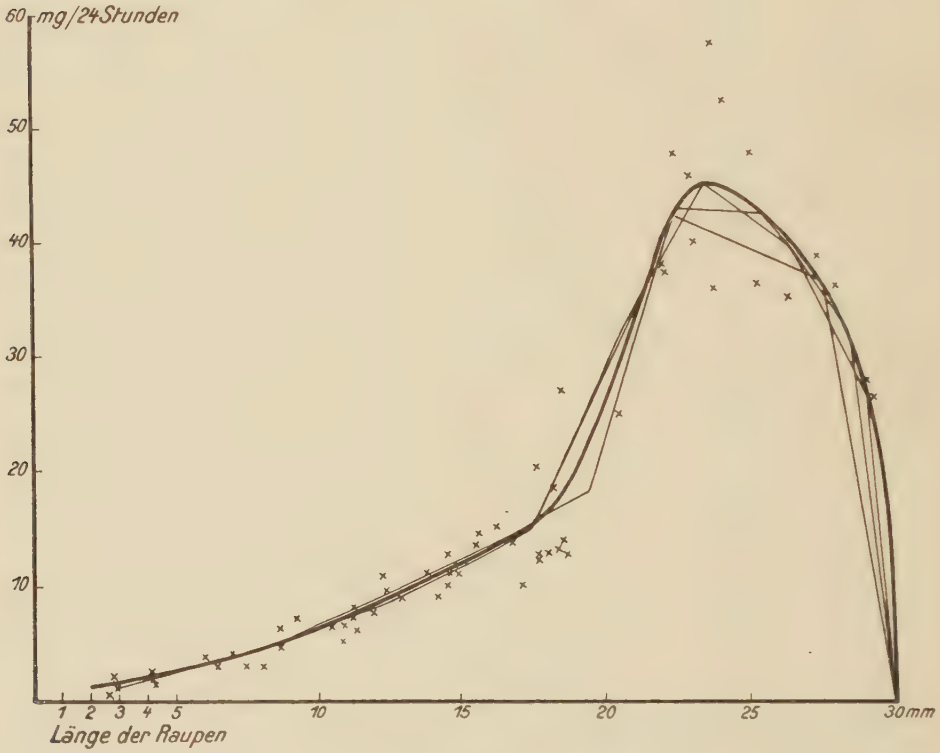


Abb. 3. Nahrungsmenge.

einer Zeit beachtlichen Längenwachstums. Zur Kennzeichnung einer Raupe genügt also Angabe des Stadiums nicht; die genaue Länge muß gleichfalls mitgeteilt werden.

In Abbildung 3 sind die Zahlen der ersten Spalte der Tabelle 3 a—c graphisch dargestellt; auf der Abszisse sind die Raupenlängen in Millimeter, auf der Ordinate die von einer Raupe täglich verzehrte Nadelmenge in Milligramm aufgezeichnet. Die Punkte liegen anfangs dicht beieinander, streuen aber mit zunehmender Raupengröße sehr.

Um zu einer der Punktelage gerechtwerdenden Durchschnittskurve zu gelangen, wurden die Längen dreimal zu Klassen verschiedener Größe und Anordnung zusammengefaßt und für diese Klassen das Mittel der auf-

genommenen Nahrungsmenge berechnet. Die so gewonnene Tabelle — nicht nur für die Nahrungsmenge sondern auch für Kotmenge und Stoffwechselquotienten — ist hier der Raumersparnis halber nicht wiedergegeben. Durch Übertragung ihrer Zahlen in die Abbildung 3 kam ich zu Punkte, die miteinander verbunden die dünn ausgezeichneten Kurven ergaben. Unter Benutzung dieser drei Hilfskurven zeichnete ich dann die dick ausgezogene Durchschnittskurve.

Wir sehen, daß bei konstanten Temperaturverhältnissen die Menge der von einer Raupe täglich aufgenommenen Nahrung mit zunehmender Größe der Raupe anwächst, zunächst schwach, dann immer stärker, einen Höhepunkt erreicht und schließlich ziemlich rasch absinkt. Die Kurve ähnelt außerordentlich der von Janisch gebrachten Abbildung 164 über die täglich durchschnittlich gefressene Nahrungsmenge der Stabheuschrecke. Durch Häutung hervorgerufene Unterbrechungen des Fraßes, wie sie auf der Heuschreckenkurve zu finden sind, lassen sich in unserer Abbildung nicht erkennen, da sie nicht wie jene die Fraßmenge eines einzigen Tieres darstellt sondern die einer Population, aber auf ein Tier reduziert, ein Verfahren, welches die Unwägbarkeit der von einem Tiere namentlich in den jüngeren Stadien, aufgenommenen Fraßmenge notwendig macht, das aber individuelle Schwankungen in der Fraßintensität infolge der zeitlichen Ungleichmäßigkeit der Häutungen verschwinden läßt.

Die Gesamtmenge der von einer Raupe während ihres Daseins verzehrten Nadelsubstanz betrug

in Glas	a	1,23 g
„ „	b	1,17 „
„ „	c	1,26 „
im Durchschnitt		1,22 g

Frischgewicht. Nach einer auf Anregung Ecksteins in der Letzlinger Heide durchgeführten Zählung, über deren Ergebnis ich Angaben in den Akten der Regierung zu Magdeburg fand, besaß eine mittlere Kiefer in 60jährigem Bestande rund 450 000 Nadeln; 100 Nadeln wogen 3,2 g. Unter Zugrundelegung dieser Zahlen frißt eine Spannerraupe in ihrem Leben rund 38 Nadeln; zur völligen Entnadelung einer 60jährigen Kiefer sind dann theoretisch 11 842 oder rund 12 000 Raupen erforderlich. In praxi ist diese Zahl wesentlich zu verringern, vielleicht auf die Hälfte oder gar ein Viertel; denn einmal werden Nadelstücke abgebissen und fallen zur Erde, kommen also als Nahrung für die Raupen nicht mehr in Frage, zum andern werden auch die stark, aber nur zum Teil befressenen Nadeln braun und sterben ab. Die Erfahrung der Praxis gibt an, daß Kahlfraß, d. h. Verlust von mehr als 75% der Nadelmasse, zu erwarten ist bei einem Besatz von mehr als 3000 Raupen (z. B. Heß-Beck, Kolster u. a.).

b) Kotabgabe.

Abbildung 4 gibt die Kurve der täglichen Kotmenge in Beziehung zur Raupengröße wieder. Sie ist in genau derselben Weise entstanden wie Abbildung 3.

Der Verlauf der Kotabgabe ähnelt außerordentlich der Nahrungsaufnahme. Auch die Ähnlichkeit mit der von Janisch (Abb. 204) gebrachten Kurve der von der Staubheuschrecke im Verlauf ihres Lebens abgegebenen Kotmenge ist groß.[1])

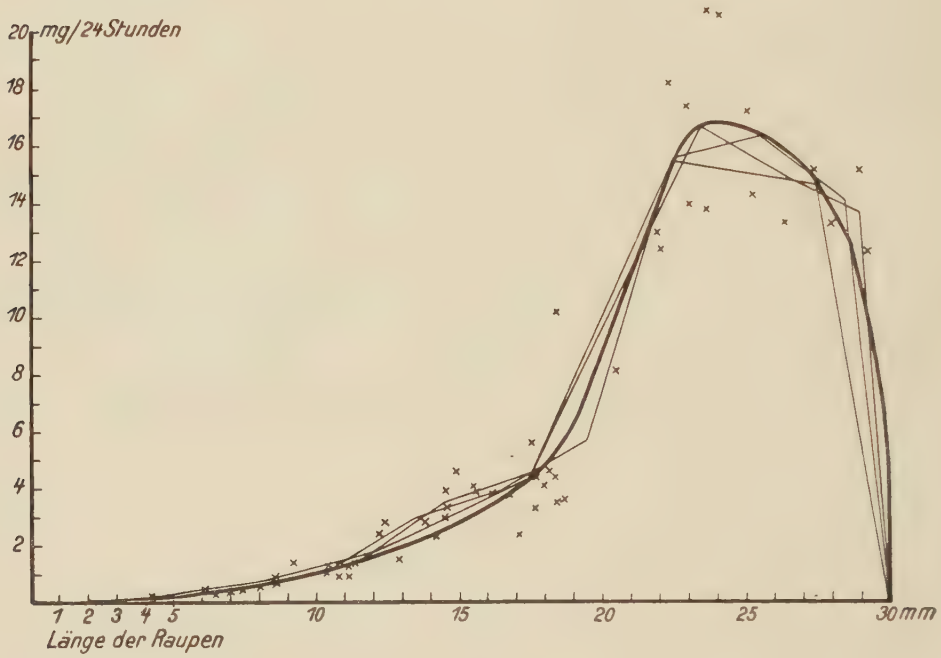


Abb. 4. Kotmenge.

Die Gesamtmenge des von einer Raupe vom Schlüpfen bis zur Verpuppung ausgeschiedenen Kotes betrug

in Glas	a	0,43 g
„ „	b	0,41 „
„ „	c	0,60 „
im Durchschnitt		0,48 g Lufttrockengewicht.

[1]) Die Kurve Abbildung 4 ist während des Spannerfraßes 1929 in den Beständen der Letzlinger Heide benutzt worden, um aus der je Quadratmeter Bodenfläche fallenden Kotmenge Rückschlüsse auf die Zahl der im Kronendach fressenden Raupen zu ziehen. Näheres siehe in Schwerdtfeger, Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Kiefernspanners, Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1930, H. 2/3.

c) Stoffwechselquotient.

Wenn wir von den im Verhältnis zur Kotmenge geringfügigen Exkreten absehen, die nicht durch den anus den Körper verlassen, gibt uns das Verhältnis zwischen aufgenommener Nahrungsmenge und ausgeschiedener Kotmenge ein gutes Bild über die Ausnutzung der Nahrung, über den für Aufbau und Betrieb des Individuums verwandten Nahrungsanteil. Wenn wir z. B. dieses Verhältnis $\frac{\text{Nahrungsmenge}}{\text{Kotmenge}}$, welches im folgenden kurz als Stoffwechselquotient Q bezeichnet wird, in der ersten Reihe der vierten Spalte von Tabelle 3a mit 23,0 angegeben finden, so heißt dies, daß die von den Eiräupchen aufgenommene Nahrungsmenge 23 mal so groß wie die abgegebene Kotmenge war, daß umgekehrt nur

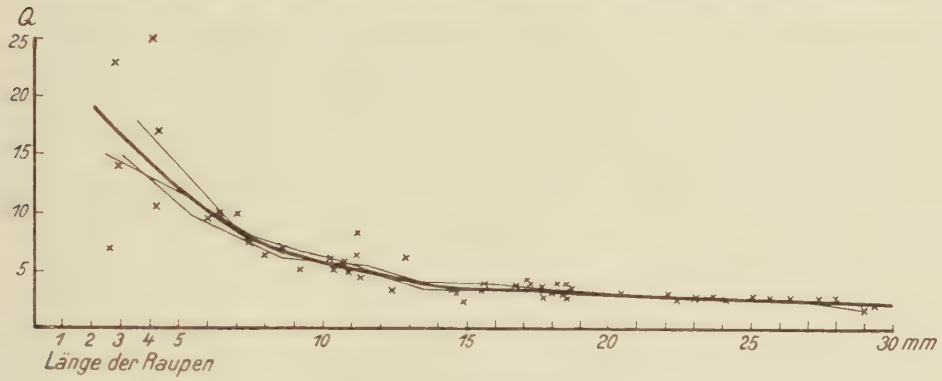


Abb. 5. Stoffwechselquotient.

$^1/_{23}$ der abgefressenen Nadeln den Darm als Kot verließ, daß also $^{22}/_{23}$ für Aufbau und Betrieb des Raupenkörpers verwandt wurden.

Die Größe von Q zu einem bestimmten Zeitpunkt sagt uns nicht viel; außerdem stimmen die in Tabelle 3a—c angegebenen Werte für Q nicht mit dem wirklichen Quotienten überein, da die Berechnung des Quotienten einen Fehler enthält: die Nahrungsmenge ist mit ihrem Frischgewicht, die Kotmenge mit ihrem Lufttrockengewicht eingesetzt, ein Fehler, der zwar die absolute Größe, aber kaum die uns hier interessierende, mit zunehmender Raupengröße eintretende Änderung des Stoffwechselquotienten beeinträchtigen dürfte.

Die in der gleichen Weise wie die Abbildungen 3 und 4 entstandene Abbildung 5 stellt den Stoffwechselquotienten in Beziehung zur Raupenlänge dar. An sich könnte erwartet werden, daß das Verhältnis zwischen aufgenommener Nahrung und abgegebener Kotmenge während des ganzen Raupenlebens konstant bleibe. Das ist nicht der Fall: Q nimmt mit zunehmendem Längenwachstum der Raupen beständig ab, und zwar zunächst stark, dann schwächer; die Kurve ähnelt einer Hyperbel. Das Eiräupchen nutzt am besten die Nahrung aus; je größer die Raupe wird, um so

schlechter wird die Nahrungsausnutzung, um so größer wird, wahrscheinlich durch Zunahme des den Darm unverändert passierenden Anteils, im Verhältnis zur Fraßmenge die Kotabgabe. Das gewaltige Anwachsen der Fraßstärke gegen Ende des Raupenlebens ist also nicht nur eine Folge des durch das Wachstum bedingten Mehrbedarfs, sondern wird weiterhin auch verursacht durch die mit zunehmendem Alter beständig schlechter werdende Ausnutzung der aufgenommenen Nahrung.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Dauer des Eistadiums ist abhängig von der Temperatur nach der Formel $t.(T-8)=180$.

2. Die Anfangsgröße eben ausgeschlüpfter Eiräupchen beträgt 1,9 mm, die Endgröße verpuppungsreifer Raupen rund 30 mm. Bei Zimmertemperatur dauerte die Raupenzeit 70 Tage. Das Wachstum der Raupen verläuft bei Zimmertemperatur und ausreichender Nahrung gleichmäßig, in Gestalt einer Geraden oder sehr flachen S-Kurve, und beträgt rund 0,4 mm je Tag.

3. Die tägliche Nahrungsmenge einer Raupe veränderte sich bei Zimmertemperatur mit zunehmendem Längenwachstum gesetzmäßig gemäß der Kurve Abbildung 3. Die von einer Raupe während ihres Daseins verzehrte Nadelmenge betrug im Mittel 1,22 g Frischgewicht.

4. Die tägliche Kotmenge einer Raupe veränderte sich bei Zimmertemperatur mit zunehmendem Längenwachstum gesetzmäßig gemäß der Kurve Abbildung 4. Die von einer Raupe während ihres Daseins ausgeschiedene Kotmenge betrug im Mittel 0,48 g Lufttrockengewicht.

5. Mit zunehmender Raupengröße wird die Ausnutzung der aufgenommenen Nahrung im Stoffwechsel ständig schlechter.

The Probable Occurance of Sex-Reversal among Lac Insects.

by

S. Mahdihassan.

(with 24 Fig.)

In India the cultivation of the lac insect occupies an analogous position to that of the silk industry in Italy or Japan, and as such there is a considerable literature on the subject well summarized in Tschirch's „Handbuch der Pharmakognosie, Vol. III".

However, no observations have so far been recorded upon the natural means of distribution of the insect while most authorities have believed the wind to be its main distributing agency.

M. Hautefeuille.[1]) the French lac-expert of Indo-China, would seem to differ from them and has offered a more probable explanation: „Certain flies (not all) frequent the colonies of the lac insect at the time of the larval swarming and entangle themselves with the larvae which they help to distribute by transferring them to other parts of the tree" and also, it may be added, to other trees where they next alight.

It is easily imagined that oftener the larvae are thereby singly distributed while if two are simultaneously carried by a fly it is probable the sexes may not be different as this is dependent upon the sex ratio. At Bangalore, S. India, the species *Lakshadia communis* gives the following sex ratios: In November the generation consists of larvae which one and all become males, while in June the females predominate usually seven times, sometimes thirteen times as many as males. Thus in both generations the chances of a fly carrying two larvae of different sexes are practically nil.

Those who assumed the wind to be the main agency of dispersal naturally believed in the single dispersal of the larvae and consequently

[1]) Report on Lac. Translation. Bulletin 2, Dep. Industries Hyderabad Dn. 1924, p. 35.

in the equality of the sex ratio and in parthenogenesis. In this connection Carter[1]) says: „As to impregnation the females may be able to produce even more than one brood without this as is notorious with the aphids, which afford the oldest authenticated instance of parthenogenesis.“ After 1861, the next reference to parthenogenesis was made in 1923, when I described[2]) an abnormal lac cell, crown shaped and sculptured externally, while Misra[3]) also casually mentioned it during the same year. Pratab Singh Negi read an interesting paper on „parthenogenesis in the lac insect“ at the Fifteenth Indian Science Congress, Calcutta, 1928, which no doubt will be printed in the near future and thus made available for perusal.

At this stage a few observations on the biology of the species *L. communis*, may be of interest. There are two cycles per year. Roughly speaking one takes five months of the monsoon or the rainy season; the larvae are born in May-June, metamorphosis is completed by the end of July, while the cycle ends with October. During this generation there may be 7 females to 1 male; the females predominate and the males are always wingless. The other life cycle takes seven months of the non-monsoon season including the Indian winter and summer. The larval life begins in November, metamorphosis is completed by February and when there are females they give rise to larvae at the end of May. This generation consists of only winged males which usually die as bachelors in February. Before proceeding further it is necessary to remark, what is self-evident, that the probability of parthenogenesis can only occur in the generation from June to October, when the females predominate while by far the most interesting problem is to find how the species continues from November to May during the entire absence of females. In other word what is parthenogenesis in cases where few or no males are found can, in a generation where females are absent, only be sex reversal. Thus the abnormal forms of cell found in the generation which gives rise to only winged males cannot be parthenogenetic females as once thought[2]) and probably represent instances of sex-reversal.

As no reference is found in the literature to these abnormal forms a description may be given here at sone length.

At Bangalore the favourite host plant of the species *Lakshadia communis* is *Ficus mysorensis* which is a common roadside tree of 30 to 40 feet height instead of its normal height of 70 or even 100 feet. Walking along the road in October a trunk of a tree may be seen with large black ants of Camponotus sp., and following them with the eye it may lead to a colony of lac insects on a branch more or less hori-

[1]) Ann. and Mag. Nat. Hist. London 1861.
[2]) J. Sci. Assoc. Maharajas Col. Vizianagram 1923, Vol. I, pp. 65 and 66.
[3]) Agri Res. Inst. Pusa. Btn. 142, 1923, p. 39.

zontal, facing the road and possibly one not far above the head of the observer. The lac encustation on a horizontal branch invariably grows on the under surface as gravity helps the insects in their feeding and is

Fig. 1. A branch of *Ficus mysorensis*, seen from below, with an encrustation of lac formed on its under surface by the species *Lakshadia communis*. Bangalore, Oct. 1923.

therefore easily seen from below. The branch when cut would show the leaves covered with dust and the position of the encrustation would suggest a spot where a fly would find convenient to alight. Flies have been otherwise observed to alight on branches near a road rather than away

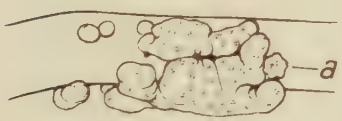


Fig. 2. *L. communis* encrustation on *Anona squamosa*, with a crownshaped cell. Oct. 1923.

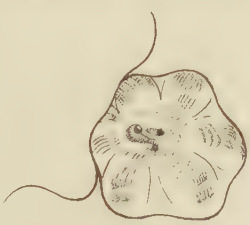


Fig. 3. The same crown shaped cell further enlarged.

from it and to prefer the surface facing the ground to any other. It may be added here for reference to a future communication, these are the spots from where gum exudation in drops may also be seen. A drop of white sap is seen exuding from the branch just at the anterior extremity of the lower lac encrustion (Fig. 4), and similar fine drops must

have also exuded beneath the encrustation, but are hidden from view. These sap drops here arise however from pressure due to breaking the twig.

Fig. 4. Photograph of a *L. communis* encrustation on *F. mysorensis*, for comparison with Fig. 1. Two branches equivalent to *b* and *c* in Fig. 1 have been cut out. The main colony forms the basal encrustation, and has, at its basal end, a crown shaped cell above the white line, while the crevice adjoining it belongs to another similar cell now dropped off. At the anterior extremity of this chunk of lac is seen a white droplet of sap oozing from the twig which was bent while breaking. Bangalore, Nov. 1922.

Fig. 1, shows a typical appearance of a branch of *Ficus mysorensis* as seen from below. Here growth is seen in three directions, branches *a*, *b* and *c*. The encrustation of lac is found at the base of the side branch *a* where growth is not so rapid. The main branch *b* would be pointing directly towards the road while *a* at right angles to *b* in the

Fig. 5. *L. communis* on a vertical twig of *F. mysorensis*, which in such cases is covered with lac all round; the original crown shaped cell is still adhering to the encrustation. Collected completely dry in Dec. 1922.

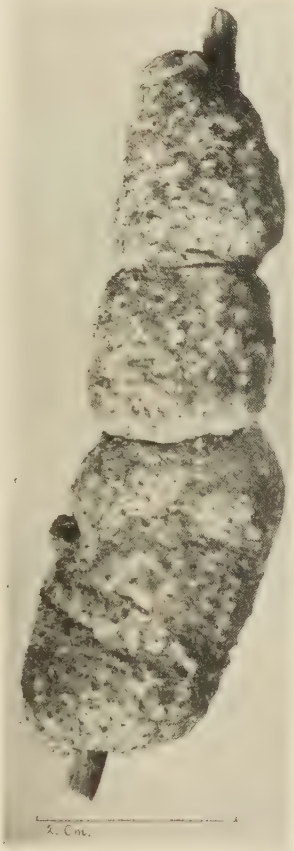


Fig. 6. The same seen sideways with the crown shaped cell raised above the encrustation seen encircling the twig. The scale below indicates the magnification.

same direction as the road and a fly flying along it would conveniently settle on *a* with its head towards the direction of the light, i. e. towards the leaves as seen here. On such a branch it prefers the most basal portion. The encrustation on the branch *a* shows roughly a spiral settlement of the insects, while it is also divisible into four parts, the first is the smallest, the third or second basal is the biggest, while the last

has a small crevice. The last marked 4, shows the crevice which indicates there was a space not occupied by the larvae and is now partly taken up by the lac exuded from the neighbouring insects. Fig. 4 is a photograph of a different specimen corroborating Fig. 1, the basal colony again has an encrustation divisible into four regions, the last being possessed with a distinct crevice. Beside it there is a hexagon shaped cell. The crevice is really the spot from where such another cell has been removed. In Fig. 4, the basal portion therefore contained two such cells, one is still seen while the other is indicated, if the expression be

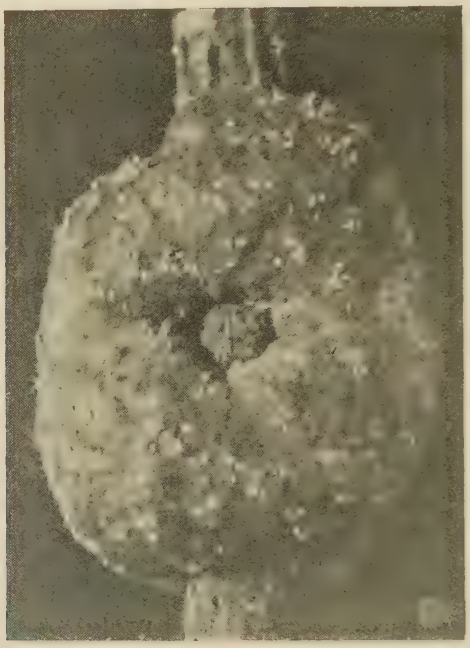


Fig. 7. A fresh encrustation on *F. mysorensis*, Oct. 1922. Occasionally the crown shaped cell is so well encrusted to the twig that it is not easily raised above. The young ones then grow around it forming a living encrustation with the dead cell in a pit as seen here.

allowed, by its ruins. Fig. 2, shows a colony, not typical, on *Guazuma tomentosa*, with a hexagonal cell, again at the base, marked *a*, and further enlarged in Fig. 3.

When a branch instead of being horizontal is vertical or nearly so lac insects settle all around it and in such a case the hexagonal cell is oftener not at the basal extremity and further may be seen above the surface. Such an encrustation shows best that the hexagonal cell cannot be contemporaneous with the rest constituting the encrustation and is particularly helpful in studying dry material. Fig. 5, shows such an encrustation from *Ficus mysorensis* as seen from above and Fig. 6 the

same in profile where the hexagonal cell is seen lifted above the rest. But sometimes it is so well fixed to the bark that the upward pressure of the young cells surrounding it does not lift it and the original mother cell may then be seen in a pit as in Fig. 7. If the colony of larvae so settle around it that there may be two main divisions separated by a narrow strait and the cell is two thirds surrounded by the larvae, on the growth of the latter the original cell will be tilted sideways. Fig. 8, shows such a cell which may first escape notice. It is situated in the narrow space between two divisions of the encrustation where the basal portion has partly tilted it and is therefore visible only in profile.

Fig. 8. Portion of an encrustation on *F. mysorensis*, showing the crown shaped cell in a narrow space between two portions of a colony and tilted to one side by the upward pressure of cells that partly surround it. 15. Sep. 1922. The scale represents m. m. divisions.

If lac is collected not late in the season the insects are not fully developed and a thin encrustation may be seen with the hexagonal cell naturally very conspicuous as in Fig. 9. Certainly in such a case the young mass of cells forming the encrustation cannot be of the same age as the full grown empty cell. Fig. 10, shows a more enlarged portion of another colony; the hexagonal cell is seen empty by the fact that the anal opening is quite distinct like a dark spot in the center of the cell, and is comparable with *a. o.* of Fig. 11. On the contrary the younger cells or the living cells each exhibit on the surface three white spots which are tufts of wax filaments from a larger anal opening and a couple of smaller brachial openings.

The first point to be observed with these hexagonal cells is that they are much larger than normal cells; Figs. 12 and 13 will bear this

point out when studied with the different scales of magnification. They are hexagonal instead of being oval or round. Externally they are sculptured in six longitudenal regions. Altogether they resemble a crown in shape. Figs. 11 and 12 show it in profile and as seen from above respectively. Figs. 12 and 13 show the difference between a crownshaped and a normal cell when the latter is the nearest approach to it, otherwise the difference is even greater.

Fig. 9 The crown shaped cell is never the contemporary of the cells forming the main encrustation. Here is seen a young living colony with the cell of the dead mother quite conspicuous. 15. Sep. 1922. The scale represents m. m. divisions.

The ornamental stripes arise from six seats around tho equatorial region and consist of wax in the form of fine threads or pencils. Normally the wax pencils are embedded within the general exudation of lac; in fact within the lac cell the wax pencils form a sort of skeleton or framework. In the crown shaped cell these wax pencils arise in such large numbers that they are also seen externally. In Figs. 11 and 10 some of these pencils are seen reeded or finely jointed which, however, is their natural appearance only here seen externally. The first time I came across such a cell in the living state it appeared to me like a cell fully covered with a white fungus mycelium and naturally I examined it for parasitic micro-organisms, which, of course, where absent. These mycelium like pencils of hard wax easily dissolved in warm alcohol and warm xylol.

In a normal cell commonly met with the exudation-envelope of lac is so thick that the framework of wax pencils within is not seen through. Such, however, is possible when lac forms a papery cover around the insect and this occurs when it grows in a hot-moist climate. Fig. 13, belongs to a specimen grown at Pusa during the steamy monsoon season there of 1922, and through the papery lac envelope the six

patches of white wax pencils can be seen. Comparing Figs. 12 and 13, a crown shaped and a normal cell can be easily differentiated with regard to the structure of the wax pencils. Wax pencils arise from six spectacle shaped patches around the equatorial region of the insect body. Fig. 14 shows one such patch with pores of wax glands and belongs to a crown-shaped

Fig. 10. Portion of a young colony on *F. mysorensis* enlarged to show the crown shaped cell with the anal orifice like a dark spot from where young ones once swarmed and have now grown around it. 15. Sep. 1922.

cell, while Fig. 15 belongs to the normal cell of the same species. In the crown-shaped cells the wax pencils point both towards the dorsal surface and also in the inverse direction, in the normal cell the wax pencils point only upwards. The glandular pores in Figs. 14 and 15, however. do not show their true direction as they represent treated specimens; yet they indicate this slightly.

Fig. 11. Sideview of a crown shaped *L. communis* cell on *Nephelium Litchi*, Lalbag, Bangalore. May 24, 1921. It was collected after the larvae were seen to swarm and settle on the branch. This generation gave females and wingless males, the former predominating. *a o.* = anal opening.

Fig. 12. The same cell seen dorsally. Three dark spots like the algebrical sign for „since" or „therefore" represent two small brachial openings and a bigger anal opening.

Fig. 13. Dorsal view of a cell of *L. indica*, grown on *Zizyphus jujuba*, Pusa, during the steamy monsoon season there of 1922. In such a climate the encrustation of lac is thin like paper, and shows the wax pencils which form a skeleton support of the cell. The wax pencils arise from six patches, numbered around the cell, on the equatorial region of the spheroid body.

During discussions it was often remarked these crown shaped cells may be really pathogenic transformations. Fig. 16 represents such a case where the tissue near one of the patches of wax glands was destroyed

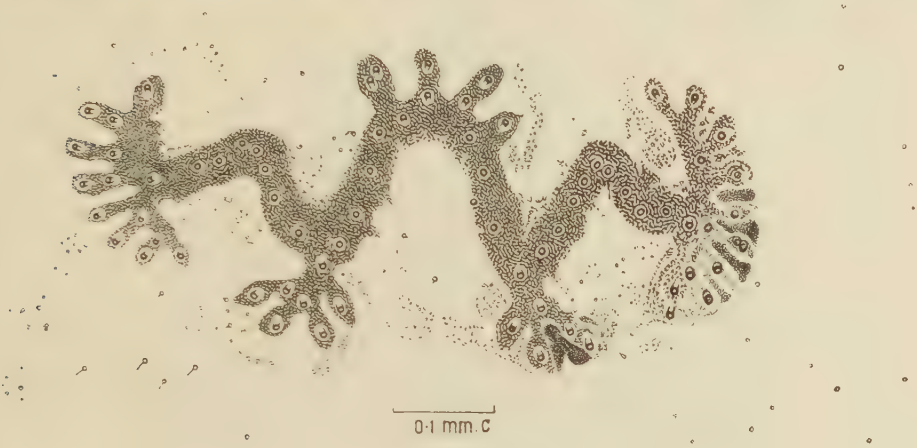


Fig. 14. A path of wax pores from where the wax pencils arise in the case of a crown shaped cell. The insect was collected alive on *Gnaxuma tomentosa*, Hyderabad, Dn. June 1922, and belongs to *L. communis*.

sufficiently early in the adult stage of the insect's life. The portion of Fig. 16 just above the scale is a plain surface instead of its being sculptured, while to its left another region of wax pencils is also faintly devloped, while the centre of the cell is more like a crater than like the

Fig. 15. A similar path from a normal round cell found apart from others on *Anona squamosa*, Bangalore, Oct. 1922, and belongs also to *L. communis*.

usual dome. The enemy, whatever it was, did its work slowly allowing the lac insect to produce these transformations. It may be remarked this is the best example of malformation of a cell I have seen.

I hope to illustrate elsewhere a cell infected with *Grassi's disease* where the embryo does no longer develop. No external malformation is

observable in such a case. Having studied the lac insects for symbiotes and pathogenic associates it may be said the very few cases of living crown shaped cells examined showed nothing unhealthy.

Fig. 16. A crown shaped cell is not a malformation due to diseased activity, which may occur even with crown shaped cells, as seen here. One patch of wax glands has been completely destroyed so that a hexagonal cell here appears pentagonal. The centre of the cell is also peculiarly grown somewhat like a crater, its usual appearance being domeshaped. The specimen was collected dead and dry in Hyderabad, Dn., June 1918, from *Pithecolobium dulce* and belongs to *L. communis*.

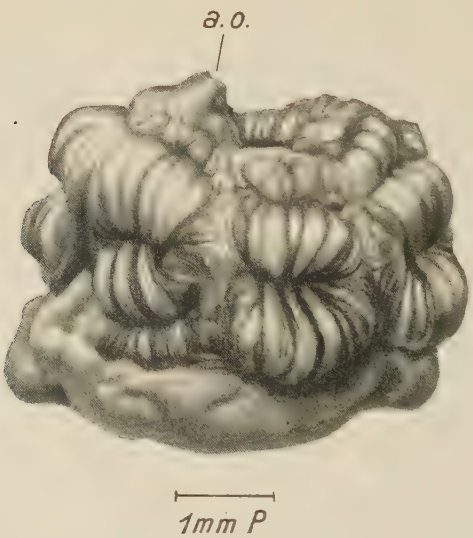


Fig. 17. Another specimen collected along with the above seen sideways, the dorsal portion is like a flat crater. The anal opening (*a. o.*) is like a projecting beak.

Fig. 17, comes from the same colony as Fig. 16 and also shows an incomplete development of the crownshaped cell under inclement circumstances. The dome is again absent and the dorsal surface is much flatter and lower than the anal opening which is seen here, Fig. 17, *a. o.* like a projection. Figs. 16 and 17 bear evidence to malformations inspite of their being specially sculptured.

Having shown the normal female cells and the unhealthy and the healthy crown shaped cells, it may be interesting to see the earlier stages

Fig. 18. Early adult stage of a crown shaped cell. The ordinary adult cell is fairly smooth, the abnormal cell shows a more vigorous production of wax pencils which, instead of being embedded within the cement of lac, arise also externally in three regions on each side as seen here. *L. communis* on *F. mysorensis*, March 1922.

of the last. Fig. 18, is a photograph of a living crown shaped cell in the early stage. The white tassel, not in focus, is the brush of wax filaments from the anal orifice and anterior to it a white spot marks a brachial opening. This specimen was examined for micro-organisms which were all healthy yeast shaped symbiotes. Fig. 9 is from a dead specimen in the same colony. On the dorsal surface the black spike is the dorsal spine which is seen thus after the third or final moult. Figs. 18 and 19 can be better appreciated when normal female cells of the same age are compared. These will be figured in a future communication with the necessary explanation advisedly omitted here to keep the present article within reasonable length. Figs. 18 and 19 show the beginning of the special equatorial markings; the side is split, as it were, into upper

and lower portions, some wax pencils will point towards the dorsum of the insect, some ventrally towards the twig. The equatorial splitting is

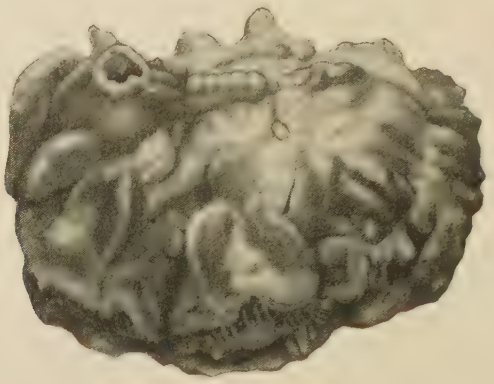


Fig. 19. This illustration of another dead specimen supplements the above photograph. The side or the circumference of the cell is seen, as it were, splitting. *L. communis* on *F. mysorensis*, Bangalore, March 1922.

seen beginning in Fig. 19; Fig. 18, a photograph, shows roughly on one side the three regions of wax pencils. The normal insect would be devoid of these external exuberances.

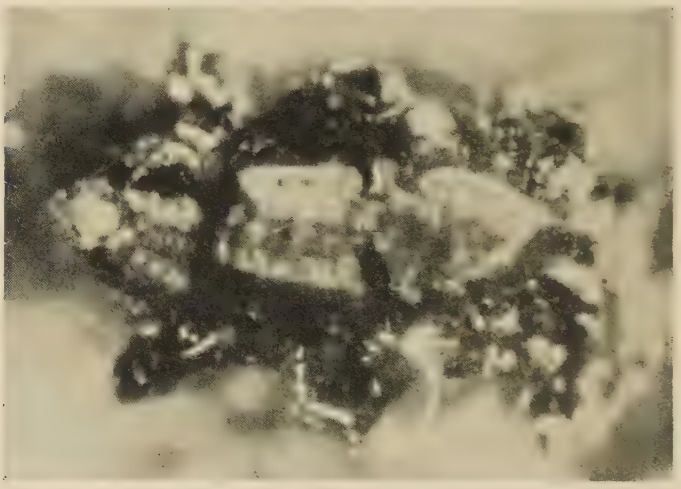


Fig. 20. *L. communis*, cell from a colony experimentally grown on *Cajanus indicus*, Assam variety, at Bangalore, when the rest were winged males in the second larval stage. This represents the second larval stage of a crown shaped cell, photographed alive on 7th Dec. 1922. Wax pencils are seen arising quite prominently from six main regions, three on each side. This is not the case even in any of the female larval stages. The posterior cell extremity is pointed which is characteristic of a male cell.

When circumstancial evidence clearly pointed to reversability of the sex amongst larvae of winged males such colonies were examined for abnormal forms which would therefore represent the larval stages of the

crown shaped cells. Only one example was found after a persistant search during the Winters of 1922 and 1923.

Fig. 20, whatever it may be, shows an abnormal form after its first moult. On each side, particularly on the right of the insect, is seen three projections of larval wax pencils. Fig. 21 is the same individual focussed to show the dorsal wax shield disarranged as characteristic of a male larva. Of a former paper[1]) Pl. VII, Fig. 19, a male larva after first ecdysis, as far as the dorsal wax shield is concerned, compares well with Fig. 21, here. Fig. 22 represents the early second stage larva of a wingless male of the species *L. mysorensis*, and clearly shows the smooth margin of the cell. In Fig. 22 wax filaments arise from the two brachial

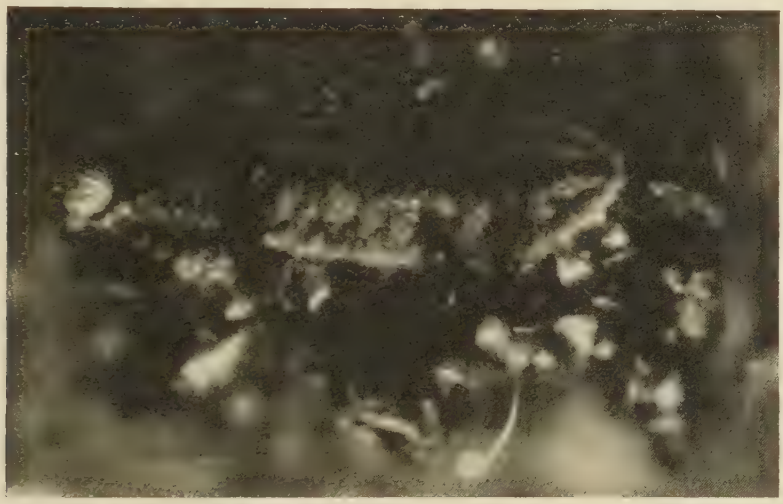


Fig. 21. The same cell in a different position and focussed to show the first larval dorsal wax shield. It is te be compared with Fig. 19, Pl. VII, of the former paper „early recognition of sex", for fuller appreciation, and is intended to prove that its external appearance partly indicates a male larval cell.

anterior openings and a long tuft of filaments from the anal opening. The latter have been partly broken to show they are not anal hairs and some of these filaments curl while others more like hairs are more intimately associated with anal hairs. In Fig. 22 the early dorsal wax shield is accurately drawn except for the third posterior portion. Figs. 21 and 22 have a similar disarrangement of the wax shield. If Fig. 21 does not represent a male it does not represent a female of this age either. Figs. 23 and 24 represent female cells of the same stage as Figs. 20 and 21. The dorsal wax shield in Fig. 20 is divisible into the usual three regions; the last region is widely separated from the middle characterising the male larva; while in Fig. 23 they lie nearer each other as is the

[1]) J. Indian Inst. Sci., Bangalore 1926, Vol. 9 A. Pt. I.

case with the female. The second stage female larva shows at its best on each side three pairs of projections of wax pencils as indicated in Figs. 23 and 24, and the projections are very faint compared with those in Fig. 20, the abnormal cell. The finding of the specimen photographed in Figs. 20 and 21 in a colony consisting only of winged males removes all probability of its being a normal female larva while its different appearance to the ordinary male and female larvae leaves the conclusion that it is an early stage of sex reversal. No abnormal first stage larvae have been observed so that the sex reversed somewhat earlier finds an external expression after the first moult, i. e. during the early second stage.

Fig. 22. Second stage cell of a wingless male of *L. mysorensis* grown experimentally on *N. Litchi*, Bangalore, and collected on 23rd June, 1921. This is intended to supplement Fig. 21. The dorsal wax-shield here, except in the posterior region where it is not well drawn, compares well with that of Fig. 21. Two tufts of wax filaments are seen arising from brachial plates. The posterior extremity shows apparently three kinds of wax filaments, the longest like straight hairs are intimately associated with anal ring hairs. Two of these filaments are broken to show they are not chitinous hairs. A few filaments are seen curling and are those not intimately associated with anal ring hairs. The smooth outline of a typical male cell is quite evident, and contrasts with Fig. 21.

Summary and concluding observations.

The species *Lakshadia communis* gives at the end of the rainy season a generation consisting of winged males and rare abnormal crown shaped cells; the larvae born at the end of the dry season ultimatily give rise to an excess of females together with the males which are wingless. The crown shaped cells belong to the same generation as winged males and as such cannot be parthenogenetic females, the other probability is that they are males which have reversed their sex. They are not malformations due to disease as such are also found with the crown shaped cells and have been illustrated here. Attempt has been made to trace the crown shaped cell to an early adult stage and even to the second larval stage. The sex is probably reversed during the first larval stage for it finds an

external expression soon after moulting. Sex reversal is associated with greater wax production.

L. communis gives encrustations only in chunks and at the end of the rainy season; at the end of the dry season there are so few crown shaped cells that no lac can be collected and besides these give rise to males and females and the species can therefore continue on the same branch. The problem is to find the agency by which the species continues in the

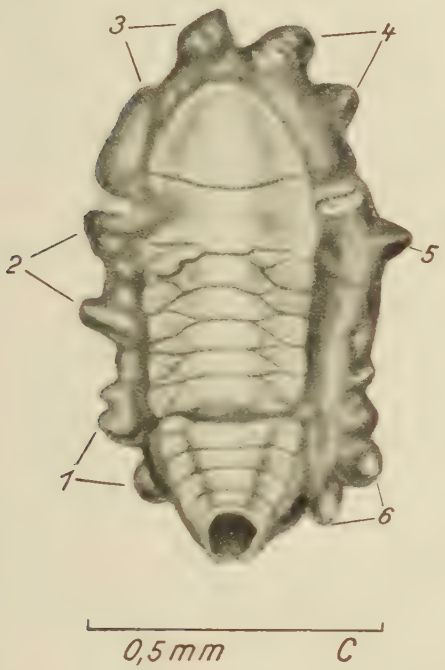


Fig. 23. *L. mysorensis* on *Shorea talura*. a specimen collected on 6th Dec. 1921. A dried cell of early second stage female. Wax pencils arise from six pairs of projections (numbered around the cell) so that as many as twelve projections can be seen theoretically speaking. They are however very faint and contrast with those in the larval stage of the crown shaped cell Fig. 21.

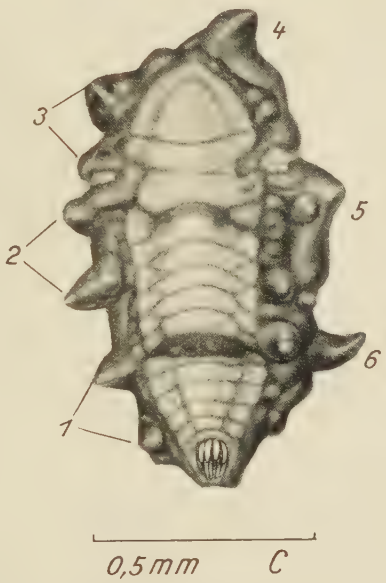


Fig. 24. Along with Fig. 22 but shows the anal hairs of a living larva and a little advanced development. Projections of wax pencils are again indicated, but nowhere compare with those of Fig. 20. Figs. 23 and 24 of larval female cells and Fig. 22 of a male cell show Fig. 20 more like a male but different from both sexes. Wax pencils arise in six pairs and their seats are numbered as in Fig. 23.

absence of females from November to May, during the dry season. The following is a schematic explanation: Hautefeuille suggests a fly attracted by the honey dew of the lac partly smeared on the encrustation, entangles itself with lac larvae and transports them to other trees. But the larvae however belong to winged males only. Certain flies come to the help of the lac insect. They are lovers of slime or of bacteria which produce gum and higher fatty acids. Such bacteria are associated with plant tissue where they produce slime and are also found on the lac encrustations, the honey dew forming a good medium for them.

All sorts of bacteria are not found with lac encrustations since competition acts as a selective agency. The fly finds a common message of hospitality both from the lac encrustation and from the plants suffering from gummosis. Certain flies alone therefore become agents for selective or specific dispersal and the larvae are not broad casted by all flies. Transportation to other plants, not hosts of the species, will certainly result in the death of the larvae; while transportation to any branch of a host plant may lead the larvae to grow into winged males which is naturally to be expected. They are, therefore, to be transported to branches which will contain such special food material that the sex would be reversed. This is the necessity which the species *L. communis* annually feels. Simple inoculation experiments with larvae of winged males have repeatedly shown sex reversal does not easily occur, hence the assumption of a special food material and a selective transporting agent, certain flies.

It is evident the future host plant by producing gum and attracting flies offers a standing invitation to the lac insects, an aspect of the phenomenon which has been previously touched upon. At the same time the tree indirectly controls its infection by the lac parasite in as much as it directly controls the sex ratio of the insect. It has been experimentally possible to obtain sex ratios of this species ranging from all winged males to thirteen females to one wingless male. A tree well watered or in luxurious vegetative vigour has been previously shown to be unfit for lac infection. The study of the sex ratio shows such a tree produces a lac encrustation only with one generation, the other upon it consists of only males and the parasite is thereby exterminated. The lac parasite thus shows a passivity equal if not more in importance to the passivity of the host, which is the more universally recognised.

Lastly it may be added, the Sind lac insect, *Lakshadia sindica* often contains crown shaped cells. This species like *L. communis* also shows a tendency to produce all males at the end of the rainy season. The association again of the crown shaped cells with winged males further confirms the assumption of the occurance of sex reversibility. Then comes *L. chinensis* from Siam, Burma, Assam and Tonkin; the material where most crown shaped cells were seen was sent by my friend Mr. Ghosh from Mandalay. *L. indica* on *Butea frondosa* also shows crown shaped cells. Only one example was seen by me with the species *L. nagoliensis* on *Schleichera trijuga*, at Bagra, Sohagpur. C. Ps. June 1922.

L. mysorensis at Bangalore on careful search also showed a few solitary instances. It has not been observed with *L. fici* from Kashmir and *L. albizziae* from Ceylon, but both have not been well studied. The crown shaped cells are rarest in *L. nagoliensis* and *L. mysorensis* where winged males are also relatively few, an observation already recorded.

The work was done partly at the Industrial Laboratory Hyderabad but largely at the Indian Institute of Science Bangalore. The cost of illustrations has been met by a generous grant from the Government of Hyderabad state. It is pleasure to acknowledge the kind interest taken in this work by Dr. M. O. Forster, F. R. S., Director of the Indian Institute of Science, and by Professors Fowler and Norris of the same Institute. Aknowledgement is also made to Prof. von Lengerkin who kindly read the MSS. and offered some valuable suggestions.

Champignon-Springschwänze.

Biologie und Bekämpfung von Hypogastrura manubrialis Tullbg.

Von

Walter Ripper, Wien.

(Mit 18 Abbildungen.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 547
Die Arten der Champignonspringschwänze 547
Die Verbreitung von *Hypogastrura armata* Nic. und *Hypogastrura manubrialis* Tullbg. 549
Die Ernährung und der Fraß an Champignons 549
Geruchsinn, Geschmacksinn 554
Sexualität und Fortpflanzung 555
a) Geschlechtsorgan 555
b) Eiablage 557
c) Ei- und Eientwicklung 558
d) Postembryonale Entwicklung 561
Lebensdauer 562
Häutung 563
Fortbewegung 564
Avitale Begrenzungsfaktoren 566
a) Luftfeuchtigkeit 566
b) Temperatur 567
c) Bodenreaktion 568
d) Dunkelheit 569
Die Biocänose der Oberfläche der Champignonbeete 569
Die wirtschaftliche Bedeutung der Champignonspringschwänze 571
Einschleppung der Springschwänze 572
Die Bekämpfung der Springschwänze 574
Zusammenfassung 582
Literatur 583

Einleitung.

Große Schäden in Champignonkulturen werden durch Massenauftreten von Springschwänzen verursacht, derer die Züchter in vielen Fällen nicht Herr werden können, da die Biologie dieser Tiere wenig untersucht und eine wirksame und finanziell tragbare Bekämpfung kaum bekannt ist.

Deshalb schien es von Interesse, ein großes Massenauftreten eines Champignonspringschwanzes im Sommer 1928 zu benutzen, um durch ein Studium der Ökologie die wichtigsten Fragen der Bekämpfungsbiologie aufzuklären; ferner sollten Versuche über die Resistenz der Tiere gegenüber Insektiziden über die möglichen Bekämpfungsmethoden unterrichten.

Bei diesem Massenauftreten handelte es sich um *Hypogastrura manubrialis* Nic. v. *assimilis* Krausbauer, die bisher als Champignonschädling nicht bekannt war; auch über die Ökologie dieser Art war nichts bekannt.[1])

Die Arten der Champignonspringschwänze.

In der Fauna der Champignonkulturen findet sich eine Anzahl von Collembolenarten, die nur zum Teil bekannt ist. Nach meinen Beobachtungen und den Literaturangaben sind das die folgenden Arten:

Hypogastrura armata Nic.
manubrialis Nic. } (*Hypogastruridae*)
Onychiurus ambulans Nic. (*Onychiuridae*)
Heteromurus nitidus Templ. (*Entomobryidae*)
Tomoceris vulgaris Tullbg.
Proisotoma minuta Tullbg.
Lepidocyrtus cyaneus Tullbg. } (*Isotomidae*)
Cyphoderus albinus Nic. (*Cyphoderidae*).

Da die Liste sicher unvollständig ist, hat es noch keinen Zweck, eine Bestimmungstabelle der Champignonspringschwänze zu geben. Zum Selbstbestimmen von Collembolen eignet sich die Bearbeitung Handschins in „Tierwelt Deutschland", 16. Teil, 1929.

Von den Champignonspringschwänzen sind die meisten Kalamitäten von *Hypogastrura armata* Nic. bekannt geworden, wobei ich es aber da-

[1]) Dem Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien, Herrn Hofrat Dr. Br. Wahl möchte ich für manche Unterstützung bei der Arbeit danken. Vor allem bin ich aber Herrn Reg.-Rat Dr. L. Fulmek verpflichtet, dessen ständigem Interesse und liebenswürdigem Rat und Hilfe ich die Durchführung der Arbeit verdanke. Zu Danke verpflichtet bin ich ferner Herrn Studienrat Strebel, Speyer, für die Zusendung eines noch unveröffentlichten Manuskriptes über die verwandte *Hypogastrura purpurascens* und den Herrn Denis und Prof. Stach für die Determinierung von Collembolen. Schließlich danke ich noch für das liebenswürdige Entgegenkommen der Champignonzüchter Herrn Sektionsrat Egersdorfer und Herrn Gressl, in deren Kulturen ich meine Beobachtungen machte.

hin gestellt sein lassen möchte, ob nicht ein Teil derselben auf *Hypogastrura manubrialis* zu beziehen ist. In den Züchtereien um Wien habe ich nämlich stets letztere Art gefunden.

Bevor ich mich der Ökologie dieser Art zuwende, erscheint eine kurze systematische und morphologische Charakterisierung dieser wirtschaftlich bedeutenden Champignonspringschwänze geboten.

Ihre systematische Stellung ergibt sich aus folgendem Schema:

Apterygota.
Ordn.: *Collembola.*
U.-Ordn.: *Arthropleona.*
Sup Fam.: *Poduromorpha.*
Fam.: *Hypogastruridea.*
Gen.: *Hypogastrura* Börner.
armata Nic. *manubrialis* Tullbg.
v. *assimilis* Krausbauer.

Die Hypogastruren sind langgestreckte 1—2 mm lange Springschwänze, mit segmentiertem Thorax und Abdomen (Abb. 1). Mundteile kauend, mit wohl ausgebildeten Mandibeln, die an der Spitze Zähne und proximal einen Molarteil aufweisen. Die Augen bestehen aus 8 Ommatidien auf einem einheitlichen Pigmentfleck; dagegen fehlen die Pseudozellen. Am dritten Fühlerglied einfache Sinnesstäbchen und Schutzborsten, am vierten Segment sind retraktile Endkolben vorhanden, ohne subapikale Sinnesgrube. Das Postantennalorgan entwickelt. Die Beine besitzen neben den Klauen eine Borste, das Empodium, mit lappenartigen Anhängen.

Abb. 1. *Hypogastrura manubrialis* Tullbg. Lebende Tiere am Kartoffelköder. Vergr. 10fach.

Am Hinterende des sechsgliedrigen Abdomen sind Analdornen ausgebildet. Die Springgabel wohl ausgebildet, reicht aber über den Ventraltubus nicht hinaus: die Dentes der Springgabel sind gerade und nicht geringelt.

Die Unterscheidung von *Hypogastrura manubrialis* und *armata* kann auf Grund folgender Gegenüberstellung der charakteristischen Merkmale erfolgen:

Hypogastrura armata Nic.

Viertes Antennenglied mit 7 Riechhaaren.

Klauen der Beine mit Innenzahn nahe der Mitte und lateralem Außenzahn.

Analdornen groß, wenigstens die Hälfte der Klauenlänge erreichend.

Die Analdornen stehen auf Papillen, die sich an der Basis berühren.

Hypogastrura manubrialis Tullbg.

Viertes Antennenglied mit 8 Riechhaaren.

Klaue ohne Innenzahn, mit basalem Lateralzahn.

Analdornen klein, kürzer als die halbe Klauenlänge.

Analdornen auf getrennten Papillen.

Beide Arten sind etwa 1,5 mm lang, dicht kurz behaart, von sehr variabler Farbe. Weinrot, grauviolett, grau, graubraun, dunkelockerfarben. Für *armata* ist eine Veränderung des Pigmentes bei verschiedener Lichtintensität nachgewiesen. (Handschin.)

Die Verbreitung von *Hypogastrura armata* Nic. und *Hypogastrura manubrialis* Tullbg.

Hypogastrura armata ist ein Ubiquist und kosmopolitisch, in ihrer Verbreitung nur von genügender Luftfeuchtigkeit und dem Vorhandensein zerfallender aber auch lebender organischer Substanz abhängig, gehört auch zur fungicolen Fauna, lebt an und in der Erde, unter Steinen, und steigt im Hochgebirge bis auf 2800 m Seehöhe (Handschin). Aus den Vereinigten Staaten und aus Europa sind wiederholt Massenauftreten berichtet worden.

Von ähnlicher Lebensweise und weiter Verbreitung über ganz Europa gehört *Hypogastrura manubrialis* ebenfalls zu der Fauna der stickstoffreiche Nahrung liebenden Formen, die sich in der Nähe von Stallungen zu finden pflegt. Wie die vorige Art ist sie aber auch ein Pilzbewohner und findet sich oft in großer Anzahl zwischen den Lamellen der Hutpilze. Auch diese Art hat neben einer großen horizontalen eine bedeutende vertikale Verbreitung. Handschin stellte sie in der Schweiz noch in einer Höhe von 3400 m fest. Über Massenauftreten dieser Art fand ich keine Angaben in der Literatur.

Die Ernährung und der Fraß an Champignons.

Vorkommen und Vermehrung der Springschwänze hängt natürlich in erster Linie von dem Vorhandensein passender Nahrung ab. Es ist daher sehr wichtig, eingehender die Art der Ernährung und die Speisekarte unserer Springschwänze darzulegen: Die Hypogastruren sind kaum als Nahrungsspezialisten zu bezeichnen. Sie fressen ganz allgemein frische und zerfallende organische Substanz, wenn sie nur genügend weich ist.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt mittels Mundgliedmaßen, die in einem Mundkegel geborgen sind (entognather Typus). Ihr Bau läßt die Art der Nahrungsaufnahme verstehen:

Die sehr kleinen Nahrungsteile werden mit distalem Teile der Mandibel abgerissen, der aus 4 bezw. 5 Zähnen besteht und von denen der erste hackig gekrümmt und der größte ist (vgl. Abb. 2). Die Bissen werden dann vermutlich unter Mithilfe des beweglichen Teiles des Maxillarkopfes (Abb. 3) zwischen die Molarteile der Mandibel gebracht. Diese Molarteile sind Polster winziger Chitinbuckel, erinnern in ihrem Bau ein wenig an die Radula einer Schnecke. Zwischen diesen reibeisenartigen Flächen und ähnlich struierten Stellen des Hypopharynx und der Zunge erfolgt dann die Zerkleinerung der Nahrungsteile, wobei die Nahrungspartikelchen durch rhythmische Erschlaffung und Kontraktion der an den

Epipharynx angreifenden Depressoren immer weiter nach rückwärts gebracht werden.

Weiche Substanzen, sowohl frische wie faulende Pflanzen und Tierstoffe werden gefressen, und zwar werden im Abbau befindliche bevorzugt. Am beliebtesten schienen mir bei meiner Art eiweißreiche Nahrungsstoffe, was durch die Ernährungsversuche Strebels an *Hypogastrura purpurascens* bestätigt wird.

Die Nahrung gelangt durch einen kurzen Oesophagus in den einfach gebauten Darm, der eine gestreckte Röhre darstellt, wo die Verdauung durch Fermente stattfindet, die von dem hohen Zylinderepithel des Darmes abgesondert wird.

Über symbiontische Mikroorganismen im Darme ist nichts bekannt.

Die Kotabgabe geschieht in Form brauner zylinderförmiger Klümpchen, die sich an Nahrungsstoffen, an denen mehrere Tiere fressen, in

Abb. 2. Mandibel von *Hypogastrura manubrialis*.

Abb. 3. Maxillarkopf von *Hypogastrura manubrialis*.

großer Zahl finden, so daß z. B. Pilze, die stark befallen sind, wie mit braunem Sand bestreut aussehen (vgl. Abb. 5).

Wir finden die Hypogastruren also beim Fraße auf Humus und Mist, in faulendem Laub, an faulenden oder schon erweichten Stellen von Wurzeln, Knollen und Früchten, wie Kartoffeln, Kürbisse und Gurken, auf faulenden Stellen frischer Blätter, z. B. wurden sie an Weißkraut beobachtet.

Ebenso wird zerfallende tierische Substanz genommen. Strebel beobachtet sie beim Fraße an toten Artgenossen und anderen toten Insekten. Aber auch frische tierische Substanz fressen sie, so z. B. arteigene Eier.

Ebenso wird lebende pflanzliche Substanz befressen, Pilzsporen und Myzelien, frische Knollen und Früchte, aber auch Wurzeln. Damit kommen wir in das Gebiet der Pflanzenschädigungen; ich möchte nun einige Fälle aufzählen, wo Schädigungen durch Fraß von *Hypogastrura armata* Nic. in der Pflanzenschutzliteratur berichtet sind.

Von Fraß an Erdäpfel, Tomaten, Gurken, Rüben, Birnen, Erbsen, an Zwiebeln von Narzissen und Tulpen, an jungen Zuckererbsen, jungen

Kohlpflanzen und Wurzeln von Kreuzblütlern berichten Carpenter, Grasse, Linaniemi und Schajen. Der Befall an Zuckererbsen und Kohlpflanzen zeigt, daß auch nichtetiolierte Gewebe befallen werden.

Ich erwähnte schon, daß Hypogastruren auch Pilzsporen und Pilzmyzel fressen, sie befallen aber auch den Fruchtkörper der Pilze und finden sich in großer Anzahl zwischen den Lamellen der Hutpilze. Im Darm kann man oft unzerkaute Pilzsporen nachweisen.

Dieser Ernährung verdanken manche Arten ihr Leuchtvermögen; so läßt bei *Achorutes muscorum* der mit von Leuchtbakterien infiziertem Pilzgewebe erfüllte Darm das ganze Tier leuchten. Das Fressen unserer Springschwänze an Pilzen erlangt wirtschaftliche Bedeutung, wenn die Tiere kultivierte Pilze befallen.

So ist *Hypogastrura armata* bekannt als Champignonschädling und kann in diesen Kulturen sehr schädlich werden; diesbezüglichen Beobachtungen bei *armata* möchte ich nun meine Erfahrungen an der verwandten *Hypogastrura manubrialis* anschließen.

Die Springschwänze fressen an den Champignons den Fruchtkörper und die Sporen. Je nach der Individuenanzahl der fressenden Tiere und der Dauer des Fraßes findet man Schwämme mit Fraßgängen und einzelnen Hohlräumen oder Teile der Pilze geradezu badeschwammartig durchlöchert.

Wie kommt nun dieses Fraßbild zustande?

Beim Anfressen der Schwämme scheint den Tieren die Epidermis einige Schwierigkeit zu machen, sie umgehen diese womöglich, indem sie an Stellen, wo die Epidermis beschädigt ist, ihren Fraß beginnen. So werden von anderen Insekten angefressene Stellen oder Risse und Sprünge, wie sie bei feuchter Kultur entstehen, benutzt, um in die weicheren inneren Gewebe zu gelangen.

Auf diese Weise vergrößern sie bestehende Schäden als sekundäre Schädlinge.

Findet sich aber keine solche Möglichkeit, durch die Epidermis hindurchzukommen, so besorgen die Collembolen das Wegmachen durch das schwerer bearbeitbare Gewebe selbst:

Der Pilz wird irgendwo am Stiele oder am Hut, oft knapp oberhalb der Erde an einer Stelle angefressen. Zunächst werden Gänge und Hohlräume nahe der Haut ausgefressen, später tiefere Hohlräume miniert (Abb. 5).

Nie ist dieser Fraß der Collembolen mit den Gängen der Fliegenlarven (Sciariden, Phoriden) zu verwechseln. Da die Springschwänze stets in größerer Individuenanzahl fressen, entsteht kein einfacher Gang, sondern eine mehr badeschwammartige Durchlöcherung des Gewebes (Abb. 4).

Auch die Lamellen werden befressen, so daß ganze Gruben in den Fächerlagen entstehen; dazwischen werden auch die Sporen gefressen.

Was die Nahrungsmenge betrifft, die ein Tier frißt, so sind Fraßmengen wohl sehr schwer richtig anzugeben. Sehr gut kann man diese

Mengen an Agar beobachten, doch lassen sich Mengen von gefressenem Agar nicht vergleichen mit der Menge von gefressenem Pflanzengewebe. Als Anhaltspunkt sei berichtet, daß Strebel für die etwa gleichgroße *Hyp. purpurascens* angibt, daß ein Tier in drei Wochen etwa das $3^1/_2$fache seiner Körpermasse verzehre.

Immerhin ist ein Springschwanz ein recht kleines Tier, dem nur die kurze Zeit zur Verfügung steht, in der der Schwamm über der Erde ist, um darin seine Fraßgänge auszuführen. Der Fraß eines solchen Tieres

Abb. 4. Springschwanzfraß an Champignon. *(Hypogastrura manubrialis.)* Viele Einzelgänge von einer Stelle aus ergeben eine Wabenstruktur. Verfärbung der Fraßstelle. Nat. Größe.

Abb. 5. Springschwanzfraß. *K* Springschwanzexkremente.

wäre am Pilze kaum zu bemerken, wenn die Tiere einzeln die Pilze angehen würden.

Die meisten Collembolenarten zeigen nun aber die Eigentümlichkeit, immer in Gruppen an einer Stelle zu fressen. Und dieses Ansammeln von vielen Individuen an einer Fraßstelle — Fraßgemeinschaften — ist es, wodurch die großen Schäden der Collembolen erst möglich werden.

Dieses Ansammeln von vielen Individuen an einer einmal verletzten Stelle des Schwammes, von der dann viele Fraßgänge ausgehen, macht das Fraßbild, dieses wabenartige Durchlöchern des Gewebes, verständlich.

Solche Ansammlungen setzen sich nicht nur aus erwachsenen Individuen zusammen, nein alle Stadien, wenige Tage alte noch ganz weiße

kleine Tiere, mittelgroße und erwachsene Formen und Weibchen mit von Eiern vergrößerten Abdomen treffen wir in den Hohlräumen und Gängen miteinander fressend an.

Und da einerseits in den Gängen massenhaft Kotklümpchen liegen, anderseits sich die eiweißreiche Pilzsubstanz sehr leicht zersetzt, zieht Fraß Fäulnis nach sich. Beginnende Zersetzung läßt die Tiere im Fressen nicht aufhören; im Gegenteil besonders alte, schon braune Pilze sind meist von besonders großen Mengen von Springschwänzen besucht: Die Eschalation dieser beginnenden Zersetzung der Pilzsubstanz wirkt anlockend auf die Tiere und die Ansammlungen der Champignonspringschwänze an einer Fraßstelle werden durch diese anlockende Wirkung der zerfallenden befressenen Gewebe und der Exkremente verursacht.

Anderseits kann man beobachten, daß Tiere, die in Schwämmen fressen, deren Gewebe bereits verflüssigt sind, durch bei der Zersetzung entstehende Gase zugrunde gehen. Daß es die Gase sind, die toxisch wirken und nicht etwa per os aufgenommene Abbauprodukte, geht aus folgender Beobachtung hervor: Bringt man solche schon bewegungslose Tiere aus den Pilzen heraus an frische Luft, so erholen sie sich rasch, wenn sie noch nicht zu lange diesen Gasen ausgesetzt waren.

Es ist von Interesse für die Bekämpfung, wie lange die Springschwänze ohne Nahrung überleben können. Ich habe Hungerversuche angestellt derart, daß ich eine große Anzahl von Springschwänzen auf sterilem feuchtem Quarzsand in der feuchten Kammer hielt. Aus dem Versuchsbericht ergibt sich eine bedeutende Resistenz der größeren Tiere, über 40^{d}, während die kleineren Exemplare bald eingingen:

Hungerversuch.

Datum	A	B
22. II.	Beginn des Hungerns	Beginn des Hungerns
6. III.	kleine Tiere zum größten Teil tot, erwachsene leben	kleine Tiere nur zum Teil tot, erwachsene leben
13. III	leben	leben
15. III.	alle kleinen tot	„
25. III.	nur die erwachsenen leben noch, scheinen sehr kontrahiert	nur die erwachsenen leben
30. III.	viele Tote	einige tot
4. IV.	alles tot	noch einige überlebende
10. IV.		alles tot

Im Anschluß an die Ernährung möchte ich hier einiges über Sinne, die mit der Aufnahme der Nahrung im Zusammenhange stehen, berichten, da diese vom Standpunkt der Bekämpfungsbiologie interessant sind.

Untersuchungen über diese Fragen verdanken wir Strebel, der seine Versuche mit *Hypogastrura purpurascens* anstellte.

Eine große Rolle im Leben der Springschwänze und besonders natürlich bei der Nahrungsaufnahme spielt der Geruchssinn.

Die Hypogastruren besitzen einen ausgeprägten Geruchssinn, dessen Rezeptoren ihren Sitz in den Fühlern haben.

Auf fast alle starken Gerüche erfolgt eine deutliche Reaktion: Zurückbiegen der Fühler, Zurückweichen des Tieres, sogar Wegspringen: also Fluchtreaktionen.

Leicht flüchtige Stoffe wie Ammonchlorid, Äthyläther, Fruchtäther, Benzin, Xylol und Essigsäure (konz.) bewirken lebhaftes Wegspringen.

Abb. 6. Exuvien von etwa 30 Tieren. Häutungsgesellschaft von *Hypogastrura manubrialis*, daneben frisch abgelegte Eihäufchen.

Abb. 7. Springgabel von *Hypogastrura manubrialis*.

Auf eine Reihe schwächer riechender Stoffe z. B. Karbolineum wird noch ziemlich stark, auf Naphthalin weniger deutlich reagiert, während folgende Stoffe keine Reaktionen auslösten: Fäkalgeruch, Schwefelwasserstoff, Geruch faulenden Fleisches, Käsegeruch. Anlockende Geruchsstoffe wurden von Strebel nicht festgestellt, müssen aber vorhanden sein, da die Nahrungssuche mittels des Geruchssinnes erfolgt, vgl. das oben über die anlockende Wirkung der Exhalationen der Pilzzersetzung berichtete. Zum Verständnis der Ernährungsphysiologie wären diesbezügliche Versuche noch anzustellen.

Thomas berichtet von einer anlockenden Wirkung des Paradichlorbenzols auf *Hypogastrura armata*.

Bezüglich des Geschmackssinnes konnte Strebel durch Auswahlversuche zeigen „daß bitterer, stark salziger, saurer und laugenhafter Ge-

schmack unterschieden wird und vom Fraße abschreckt; das gilt insbesondere vom bitteren Geschmack" (Strebel).

Doch tritt allmähliche Gewöhnung an nicht zu stark salzigen und sauren Geschmack ein. Eine Gewöhnung an bitteren Geschmack wurde nicht beobachtet, die fraßabschreckende Wirkung bleibt, sie wird bei der von Strebel untersuchten Substanz (Chinin) noch durch eine Konzentration von 0,02% erreicht, während der Schwellenwert 0,005% ist.

Dieses Verhalten mag bei der geringen fraßabschreckenden Konzentration, die für den Menschen unterschwellig ist, unter Umständen von Bedeutung sein; doch dürfte der Geschmack der Pilze dadurch doch beeinflußt werden, wodurch die Schwämme natürlich ihren Marktwert verlieren.

Sexualität und Fortpflanzung.

In den Fortpflanzungsverhältnissen scheint der Schlüssel zur Erklärung der Möglichkeit des Auftretens solcher Individuenmassen gelegen zu sein. Doch sind unsere Kenntnisse gerade auf diesem Gebiete noch sehr gering, da moderne zytologische Untersuchungen fehlen, selbst ein Geschlechtsdimorphismus nur für 3 arthopleone Collembolenarten bekannt geworden ist. Dazu kommt, daß Kopulationsvorgänge fast nie beobachtet werden, so daß wichtige Fragen, wie die des Vorkommens von Parthenogenese noch offen stehen.

a) Geschlechtsorgane.

Es ist natürlich sehr schwierig über die Fortpflanzungsverhältnisse zu arbeiten, wenn eine Unterscheidung der Geschlechter nur auf Grund einer anatomischen Untersuchung möglich ist. Meine diesbezüglichen Untersuchungen ergaben aber, daß ein Geschlechtsdimorphismus vorhanden, aber nur von den meisten Untersuchern übersehen ist. Übrigens sind die Verhältnisse analog zu denen, die Denis bei den Isotomidenarten fand. Meines Wissens ist das das erstemal, daß bei Hypogastruren ein Geschlechtsdimorphismus festgestellt wurde.

Am fünften Abdominalsegment liegt ventral die Genitalöffnung, und zwar beim Männchen etwas mehr cephalad als beim Weibchen, wo sie an der caudaden Grenze des fünften Abdominalsegmentes gelegen ist. Beim Männchen liegt die Genitalöffnung auf einer kegelförmigen Papille, als Längsspalt (vgl. Abb. 8a). Am Genitalkegel finden sich kleine Borsten, die Chitinstruktur (Granulierung) ist entsprechend der Form des Kegels kreisförmig. Das Weibchen dagegen besitzt eine Querspalte im caudaden Teil des Segmentes, vor der eine Vorrundung ausgebildet ist, auf der am Rand der Genitalöffnung und an der Stelle, wo sich die Vorrundung erhebt, Borsten stehen (vgl. Abb. 8b). Die Chitinstruktur ist parallel zur Genitalspalte angeordnet.

Das innere Genitalorgan liegt seitlich des Darmrohres und übergreift dasselbe dorsal und zeigt Lappenbildung. Die inneren Loben vereinigen sich, und ventral von dort entspringt dann der unpaare Ausführungsgang. Die Keimzone des Ovariums liegt lateral, und in eiröhrenartigen Lappen geht dann die Reifung der Eier vor sich, die schubweise abgelegt werden. Die Zahl eines solchen Schubs schwankt zwischen 16 und 35, im Durchschnitt enthalten aber solche Häufchen mehr als 30 Stück.

Nach der Ablage eines solchen Eihäufchens reift eine neue Anzahl von Eiern heran, die derart schubweise abgelegt werden, so daß ein Weibchen im Laufe seines Lebens eine staatliche Zahl von Eiern ablegt. Die

Abb. 8a. Geschlechtsdimarphismus bei *Hypogastrura manubrialis* Tullbg. Kalilauge-Mazerationspräparate. Die letzten Abdominalsegmente des Männchens. Ventralansicht. Geschlechtsöffnung auf Genitalkegel.

Pausen zwischen zwei Eierablegen in meinen Laboratoriumszuchten waren bei 18—20° C etwa 12—14 Tage. Ob unter besonders günstigen Verhältnissen, wenn Massenauftreten zustande kommen, diese Pausen anders sind als in meinem Laboratoriumsversuch, lasse ich dahin gestellt. Ich beobachtete 4 solche aufeinander folgende Eiablagen bei einer Anzahl von Weibchen, doch werden unter natürlichen Bedingungen sicher deren mehr erfolgen. Solche Beobachtungen stoßen auf Schwierigkeiten, da die Tiere nur sehr schwer einzeln zu halten sind.

Stets habe ich beide Geschlechter feststellen können, doch berichtet Nicolet, der eine große Individuenanzahl kontrolliert hat (histologische Untersuchung), nur Weibchen gefunden zu haben, so daß man wenigstens für manche Fälle Anhaltspunkte für Parthenogenese hat.

b) Eiablage.

Vor der Eiablage tastet das Weibchen ähnlich wie beim Gehen die Unterlage ab, so den Boden abriechend (Kontaktgeruch, Handschin). An Stellen, die dem Weibchen geeignet erscheinen, werden dann die Eier ziemlich rasch hintereinander abgelegt.

Ich konnte die Eierablage unter dem Binokular verfolgen. Die Tiere verhalten sich dabei vollkommen ruhig mit den Fühlern und Körper; die Längsmuskeln des Abdomens scheinen kontrahiert, wodurch das Abdomen sehr verkürzt und breiter wird.

Bevor das Ei erscheint, bemerkt man an der Genitalöffnung einen kleinen Flüssigkeitstropfen, dann wird das Ei sichtbar, das zunächst an

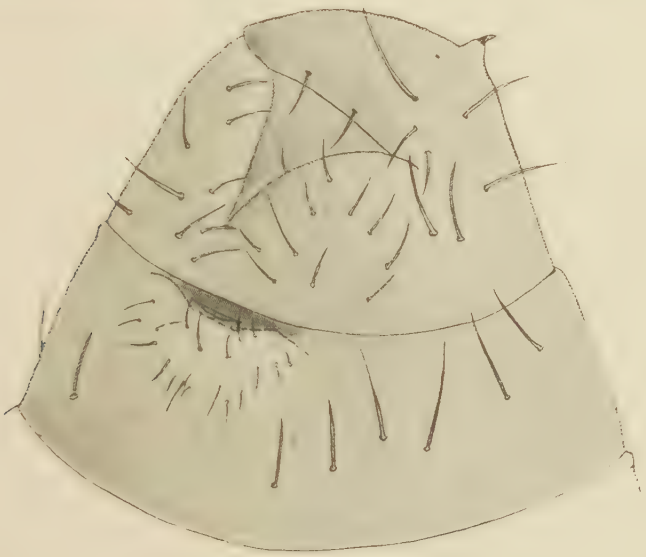


Abb. 8b. Die letzten Abdominalsegmente des Weibchens von heteroventral. Querspalt als Geschlechtsöffnung.

der Genitalöffnung haften bleibt. Nach 2—4 Minuten wird es abgestreift, und in kurzer Zeit erscheint ein neues.

Ein Überkleistern mit einem Anussekret, das Erde und andere schützende Fremdkörper auf den Eiern haften machen soll, wie es Davies bei *Sminthurus viridis* beschreibt, konnte nicht beobachtet werden.

Ein Weibchen legt auf einmal Eihäufchen von 12 - 35 Stück ab. Die Eier kleben lose aneinander (vgl. Abb. 6, 14). Mitunter konnte ich größere Eimengen, oft über 100, beobachten, die dadurch zustandekamen das mehrere Weibchen ihre Eier nebeneinander ablegten. Die Eier werden meist nicht frei abgelegt, sondern irgendwie gedeckt unter Erdklümpchen, vielfach in kleine Hohlräume in der Erde etwa $^1/_4$—1 cm unter der Oberfläche, in der Zuchtschale wohl auch frei auf Glas. Draußen

habe ich aber Eier nie frei abgelegt gefunden, und dieser Umstand erklärt, daß Eier von früheren Beobachtern der Champignonspringschwänze nie gefunden wurden.

c) Ei und Eientwicklung.

Das frisch abgelegte Ei ist glänzend weiß, kugelrund, mit glatter Oberfläche ohne irgendwelche Skulptur. Die Membran ist sehr dünn und sehr durchlässig für Wasser in beiden Richtungen. Bringt man ein Ei in eine Atmosphäre von 50% Luftfeuchtigkeit, so schrumpft es in wenigen Minuten und kollabiert. Wieder in feuchte Atmosphäre gebracht, quillt es wieder auf das frühere Volumen. Dasselbe Schrumpfen läßt sich erreichen, wenn das Ei auf getrocknete Tonscherben gebracht wird.

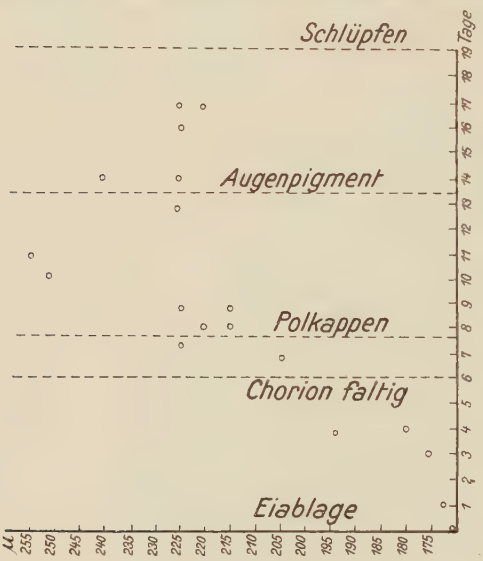


Abb. 9. Diagramm des Wachstums des Springschwanzeis *Hypogastrura manubrialis*. Eientwicklung 19 Tage bei 22° C und 98% Luftfeuchtigkeit. Ordinate Eilänge in Mi, Abszisse Zeit in Tagen.

Eier, denen auf längere Zeit Wasser auf diese Weise entzogen wird, sind für die Entwicklung verloren, wenn sie auch wieder zur normalen Größe aufquellen.

Das Ei mißt gleich nach der Ablage 157 μ, auch weniger, im Durchschnitt etwa 160 μ und zeigt nun im Laufe der Embryonalentwicklung ein Wachstum, das Abbildung 9 zeigt. Danach ist auch eine Bestimmung von Eiern leicht durchführbar.

Ich habe die Embryonalentwicklung bei verschiedenen Temperaturen beobachtet, hier wollen wir die Eientwicklung an Hand von Notizen verfolgen, die an Zuchten bei einer Temperatur von 22° (Thermostat) gemacht wurden, bei über 95% Luchtfeuchtigkeit:

In den ersten 24 Stunden entwickelt sich das auf 170 μ, wächst sodann in den nächsten 6 Tagen auf 180 Mi und verliert seine kugelige Gestalt und wird gedrungen ellipsoidförmig. Wir sehen an diesem sechsten und am siebenten Tage bereits den Beginn der sehr eigentümlichen Eihäutung (Abb. 10—13).

Die alte Eihaut, das von den Follikelzellen gebildete Chorion, erscheint als äußere Membran an manchen Stellen abgehoben, oft auch schon eingerissen und darunter ist es zur Bildung einer neuen etwas dickeren Eischale gekommen.

In diesem Stadium ist der Embryo, der durch die durchsichtige Membranen leicht zu beobachten ist, noch nicht umgerollt, die Extremitäten sind als Stummeln zu beobachten.

Abb. 10. Ei vor der Häutung (etwa 5d alt), Embryo vor der Blastokinese, die Eihülle wird vom Chorion gebildet, eine zweite Eihülle ist noch nicht zu sehen (etwa 250 fach vergr.).

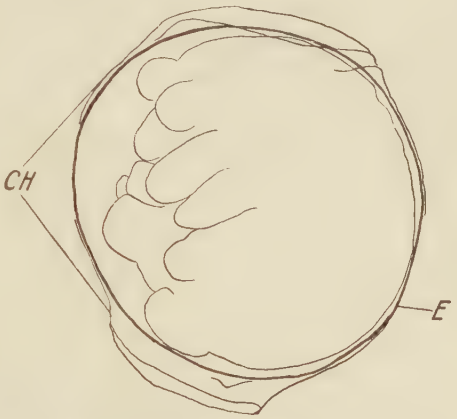


Abb. 11. Ei nach der Häutung (etwa 10d alt), *E* die neugebildete Eihülle, *CH* die an den Eipolen geschrumpften Chorionfetzen „Polkappen".

In den nächsten zwei Tagen findet eine starke Volumszunahme und damit eine Vergrößerung des längsten Durchmessers auf 210 bis 225 μ Infolge dieser Volumszunahme ist die äußere Membran in der Äquatoriallinie zerrissen und nach den Polen verschoben und liegt diesen als Pol-

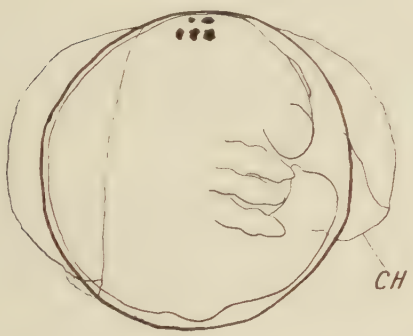


Abb. 12. Ei etwa 14 Tage alt. *CH* Chorionfetzen. Am Embryo haben sich die Augenflecken rot pigmentiert.

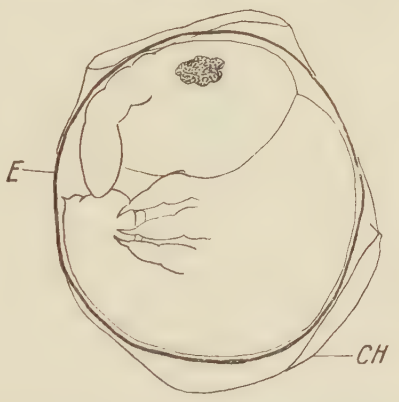


Abb. 13. Ei wenige Tage vor dem Schlüpfen. Embryo bewegt sich im Ei. *E* zweite Eihülle, *CH* Polkappen.

kappen, kalottenförmig an. Oft kraterförmig eingetieft, manchmal wohl auch geschrumpft hängen Fetzen der alten Membran an dem Ei, bei der von mir untersuchten Art aber sehr selten als regelmäßige Kappen, meist als unregelmäßige Fetzen; um die Haut deutlich sichtbar zu machen,

färbte ich sie mit Methylenblau, wobei auch ihre Natur als unzellige, strukturlose Membran sehr deutlich wird.

Gleichzeitig mit der dieser Häutung und starken Volumszunahme hat die Umrollung des Keimstreifens stattgefunden (Blastokinese). Dieses zeitliche Zusammenfallen macht die Vermutung wahrscheinlich, daß die Häutung durch die durch vergrößerten inneren Druck hervorgebrachte Volumsvergrößerung verursacht wird und dieser innere Druck es auch ist, der die Umrollung des Keimstreifens bewirkt.

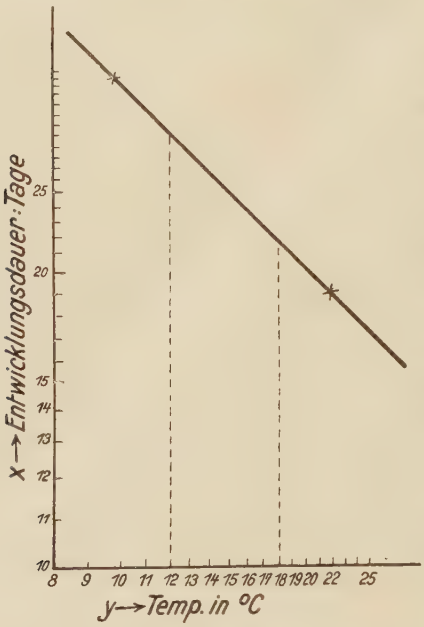


Abb. 14. Temperaturabhängigkeitsdiagramm.

So auffallend und einzig dastehend in der Insektenembryologie diese Eihäutung auch ist, ebenso ungeklärt sind die Mechanismen, die dabei eine Rolle spielen.

Die so entstandene zweite Eimembran zeigt anfangs feine Runzeln, die sich aber bald glätten. Durch die durchsichtige Haut sind jetzt (am achten Tag) die Anlagen der Extremitäten als unsegmentierte Stummeln, ein runder Höcker als Antennenanlage und am Ende des Abdomen die Springabel zu beobachten (Abb. 11).

In diesem Stadium ist die Widerstandsfähigkeit gegen Lufttrockenheit größer, als vor der Eihäutung, was wohl mit der festeren zweiten Membran im Zusammenhang steht, doch wirken Luftfeuchtigkeiten unter 50 % sicher tötend. Starke Benetzung schadet den Eiern nicht, dagegen gehen sie zugrunde, wenn sie dauernd im Wasser liegen.

In den nächsten 4 Tagen ist der Embryo so gewachsen, daß er nun das ganze Ei erfüllt; Antennen und Extremitäten sind segmentiert, an den Beinen sind die Klauen zu sehen. Die Pigmentbildung der Pigmentflecke der Augen hat begonnen, sie sind als hellrötlichbraune Flecken zu erkennen (Abb. 12).

In den folgenden Tagen färben sich die Augen aus, Bewegungen des Embryos im Ei sind zu beobachten (vgl. Abb. 13).

Schließlich reißt die Eischale auf, klappt muschelartig auseinander und das junge Tier, ganz weiß bis auf die tiefschwarzen Pigmentflecke der Augen, wird frei. Die Dauer der Embryonalentwicklung ist vor allem abhängig von der Temperatur. Dieselbe ist natürlich bei verschiedenen Temperaturen verschieden. Um ein angenähertes Bild dieser Temperaturabhängigkeit zu gewinnen, wurden Eientwicklungszeiten bei

2 auseinanderliegenden Temperaturen (im Thermostat), da eine Temperaturorgel nicht zur Verfügung stand, festgestellt und die ermittelten Zeiten zur Konstruktion einer Blunkschen Hyperbel benutzt. Dabei bin ich mir aller Fehler dieses Verfahrens bewußt, glaube aber für das hier allein interessierende mittlere Bereich der Champignonzuchttemperaturen Werte extrapolieren zu können, die für die Beurteilung ökologischer Verhältnisse hinreichend genau sind.

Bei einer Luftfeuchtigkeit von 98% und einer Temperatur von 10° C dauerte die Eientwicklung 36 Tage, bei 22° C dagegen nur 19 Tage.[1])

d) Postembryonale Entwicklung.

Die frischgeschlüpften jungen Tierchen sind 493 μ groß, weiß bis auf den dunklen Augenfleck und gleichen den erwachsenen im Habitus und in der Ausbildung der Klauen und Springgabel (Abb. 16, 17).

Abb. 15. Kleines Eihäufchen von *Hypogastrura manubrialis*. Man sieht die Augenflecken der vollentwickelten Embryonen. Mikrophoto bei auffallendem Licht.

Unterscheiden sich von diesen aber bald durch ihre bedeutend größere Lebhaftigkeit; wenige Tage alte Tiere sind sehr leicht zum Springen zu bringen, springen auch besser wie die Erwachsenen.

Die jungen Springschwänze fressen zunächst ihre Eierschalen, nehmen aber dann gleich dieselbe Nahrung wie die erwachsenen Tiere: Ich habe wiederholt die ganz jungen weißen Tiere zusammen mit älteren Stadien im Innern von Champinons beim Fraße gefunden.

[1]) Diese Werte ergeben die Hyperbel $(x - 48)\, y = 312$. Logarithmiert man den Ausdruck, so erhält man eine Gerade, selbstverständlich logarithmischen Maßstab vorausgesetzt. Dies hat den Vorteil, daß man bei der Extrapolation einzelner Punkte die schleifenden Schnitte vermeidet.

Nach einigen Tagen (bei 22° C und über 95% Luftfeuchtigkeit) verfärben sich die Tiere, werden zunächst rötlichbraun und dann graubraun bis braun. Dabei werden dieselben Farbenstufen bei der Bildung des Körperpigments, wie bei der Bildung des Augenpigmentes durchlaufen.

Abb. 16. *Hypogastrura manubrialis*. Frisch aus dem Ei geschlüpftes Tier (etwa 200fach vergr.).

Abb. 17. Springgabel des frischgeschlüpften Tieres.

Zum ersten Male häuten sich die Tiere nach 7 Tagen. Zur Illustration des Wachstums und der ersten Häutung mögen folgende Zahlen dienen.

Alter	Größe in μ	Häutungen
eben geschlüpft . . .	493	
4 Tage alt	547	
6 Tage alt	629	
7 Tage alt		1. Häutung
12 Tage alt	714	
15 Tage alt		2. Häutung
19 Tage alt	890	
22 Tage alt		3. Häutung

Die Entwicklung bis zur Geschlechtsreife dauert beim Weibchen 5—7 Wochen, wieder sehr beeinflußt von der Temperatur, aber auch abhängig von der Nahrung und anderem. Strebel fand für die Entwicklung von *Hypogastrura purpurascens* eine ähnliche Entwicklungsdauer (6 bis 7 Wochen).

Während das alte Weibchen noch Eier legt, beginnt die Tochtergeneration bereits einen neuen Entwicklungszyklus. Wie stark die Vermehrung der Springschwänze ist, wird aus dem eben Gesagten klar, wenn man die Lebensdauer der Tiere berücksichtigt.

Lebensdauer.

Die Springschwänze haben eine relativ lange Lebensdauer: 5 bis 10 Monate. Die ganze Zeit hindurch außer in den Ruhepausen der Häutung immer fressend, vermögen die Tiere ziemlich viel Nahrungsmaterial zu bewältigen.

Und diese lange Lebensdauer ist daher vom Standpunkt der angewandten Entomologie sehr bedeutsam. In so langer ununterbrochener

Fraßzeit kann ein erheblicher Schaden angerichtet werden, wenn man die unvorstellbare Zahl der fressenden Tiere bedenkt. Meist wird ja die Champignonanlage längst abgetragen haben, wenn die Tiere noch nicht die Hälfte ihres möglichen Alters erreicht haben.

Noch eine zweite Bedeutung hat die lange Lebensdauer für die Bekämpfung der Collembolen in Champignonkulturen. Vielfach meinen nämlich Züchter durch das Unbenutztstehenlassen von Zuchträumen (sogenanntes Ruhenlassen) bessere Kulturbedingungen und Befreiung von Insektenplagen zu erreichen. Bei den Springschwänzen ist das von vornherein aussichtslos, wenn man die lange Lebensdauer und ihre Fähigkeit, Hunger zu überstehen, bedenkt.

Häutung.

Während des ganzen Lebens häuten sich die Tiere, schon das Ei ist ausgezeichnet durch eine Häutung und eine analoge Erscheinung einer zahlreicheren Häutung als es sonst bei den Insekten üblich ist, finden wir bei den Springschwänzen in einer in der Insektenwelt sonst nicht vorkommenden Weise: Die Tiere häuten sich nämlich auch nach der Geschlechtsreife weiter bis zu ihrem Tod.

Das scheint für einen larvalen Zustand der erwachsenen Springschwänze zu sprechen, weshalb Handlirsch auch in den Collembolen neoterische Formen vermutet.

Sechs bis sieben Tage nach dem Schlüpfen beobachtete ich bei *Hypogastrura manubrialis* die erste Häutung (vgl. Tab. auf S. 562), und

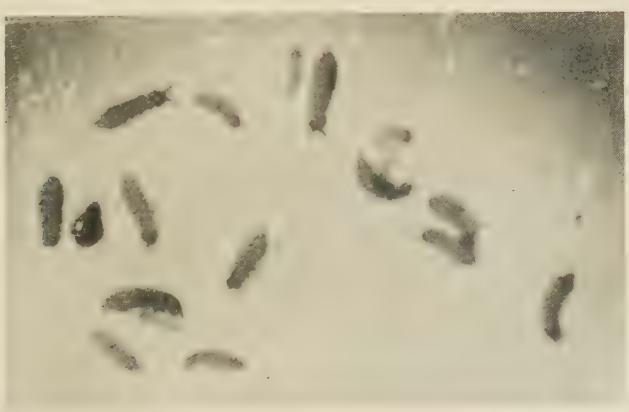


Abb. 18. Verschiedene Altersstadien von *Hypogastrura manubrialis* am Kartoffelköder, dazwischen eine *Dameosoma nitens* Koch (Oribatide).

dann erfolgen die weiteren Häutungen in Intervallen von 5 bis 7 Tagen, was eine starke Belastung für den Stoffwechsel der Tiere darstellen muß.

Wenn sich die Springschwänze häuten, kriechen sie in Gruppen zusammen. Man kann solche Ansammlungen von 100 Stück und mehr be-

obachten (vgl. Abb. 6). Strebel schlägt für derartige Gruppenbildung die Bezeichnung „Häutungsgesellschaften“ vor.

Da die Exuvien nicht gefressen werden, bleiben sie als weiße Bälge auch einzeln verstreut, viel häufiger aber in Menge beieinander liegen, so auf der dunklen Erde der Champignonbeete sogleich die Anwesenheit der Tiere anzeigend, die selbst infolge ihrer dunkleren Färbung schwerer zu sehen sind, vgl. Abbildung. Diese Exuvien stellen ein sehr brauchbares Anzeichen dar, Collembolenauftreten sofort zu erkennen, wenn die Tiere selbst auch leichter der Aufmerksamkeit entgehen können.

Fortbewegung.

Um Fragen, wie die der aktiven Verbreitungsmöglichkeit oder die einer auf die Gewohnheit der Springschwänze zu springen begründeten Bekämpfung beurteilen zu können, ist es nötig, einiges über die Fortbewegung dieser Tiere zu sagen.

Wenn man mit den Tieren zu tun hat, fällt zunächst auf, daß sie im Vergleich zu anderen Springschwänzen ihrem Namen wenig Ehre machen. Nie sieht man sie selbständig springen, hauptsächlich sehen wir sie gehen. Hierbei sind die Fühler ständig in Bewegung, um die Unterlage abzuriechen; beim Gehen berühren die Springschwänze den Boden nur mit den Klauen, Körper und Abdomen wird nicht auf den Boden aufgestützt.

Die Tiere bewegen sich, wenn sie nicht von anderen Reizen beeinflußt werden (Licht, Feuchtigkeit usw.) in Bögen, zuweilen in Ellipsen. Suchgang nennt Strebel diese Art der Fortbewegung.

Ich habe die Geschwindigkeit, mit der die Tiere laufen, gemessen und fand auf glatter Unterlage, wenn die Tiere flüchten: .7—13 cm pro 1 Minute; natürlich ist die Fortbewegung beim Suchgang weitaus langsamer.

Springen sieht man sie, wie schon erwähnt, nur wenn sie von irgendeinem Reiz getroffen werden: also eine Fluchtreaktion. Von Reizen, die sie durch Springen beantworten, beobachtete ich starke Erschütterung der Unterlage, glatte Unterlage, thermische und chemische, und von mechanische Reizen, z. B. Anspritzen, auch wenn es sich um eine indifferente Flüssigkeit, etwa Wasser, handelt.

Das Alter hat Einfluß auf die Springtüchtigkeit: Jüngere Tiere sind viel leichter zum Springen zu bringen als ältere.

Das Springen der Springschwänze ist, wie Handschin feststellte, eine nicht gerichtete Fluchtreaktion, die nur aus der Umgebung der Reizquelle wegführen soll. Eine Fortbewegung in einer bestimmten Richtung wird damit demnach nicht erreicht, wie Sprungbilder Handschins zeigen; es handelt sich vielmehr nur um regelloses Hin- und Herspringen, das die Tiere oft wieder zum Ausgangspunkt der Bewegung zurückführt.

Für die Ausbreitung der Art hat das Springen also kaum Bedeutung. Die geringe Springtüchtigkeit unserer Art macht leider ein Bekämpfungsverfahren unmöglich, das gegen Kugelspringschwänze mit Erfolg benutzt wird: *Smintgurus viridis* und andere Sminthuriden werden nämlich durch geteerte Säcke und durch ähnliche klebriggemachte Stoffe, die über die Kulturflächen auf kleinen Maschinen geführt werden, zum Aufspringen gebracht und bleiben dann an den Tüchern kleben. Davies berichtet von gutem Erfolg dieser Methode. Für Champignonspringschwänze ist sie aber nicht anwendbar, da die Tiere wie andere Collembolenarten, die Erd- und Rindenbewohner sind, meist gar nicht aufspringen.

Ich möchte noch auf die Hindernisse hinweisen, die eine Hypogastrura beim Gehen noch bewältigen kann, um ein Bild zu bekommen, wie weit sich die Art ausbreiten kann.

Kriechen können die Tiere auf allen möglichen Neigungen, auch auf der Decke eines Raumes, mit den Rücken nach unten. Dies treffen sie auf rauher Unterlage, aber auch auf Glas, wobei sie den Ventraltubus als Haftorgan benützen sollen (Strebel).

Auch wenn diese rauhe oder glatte Fläche feucht wird, hindert das nicht.

Dagegen hindern ganz trockene, pulvrige Unterlagen wie feiner Sand, die Fortbewegung, und nasse Flächen macht den Tieren eine Fortbewegung meist unmöglich. Strebel bestätigt dieses Verhalten bei *Hypogastrura purpurrascens* und erklärt das Nichtvorwärtskommen auf nassen Flächen als eine Folge der Adhäsion.

Wenn wir nun zusehen, wo überall die Tiere im Champignonlokal zu finden sind, kommen wir zu einer Bestätigung dessen, was wir über ihre Fortbewegung gesagt haben: Nicht nur auf den Beeten und am Boden, überall an den Mauern, auf der Decke, an den Türpfosten. Räumt man also eine Anlage vollständig aus, so bleiben natürlich viele Tiere zurück. Die Tiere finden sich außer an den Wänden, dann natürlich auch in Ritzen der Decke, der Mauer usw. Hierauf ist bei Desinfektionsversuchen durch Spritzmittel Rücksicht zu nehmen.

Aus dem Vorhergesagten über Fortbewegung geht hervor, daß ein Überkriechen aus einem verseuchten Lokal in ein nebenliegendes leicht möglich ist, wenn nicht für entsprechende Abdichtung gesorgt wird. (In Petroleum getränktes Werk, am besten getrennte Eingänge.)

Hierbei muß darauf hingewiesen werden, daß die Springschwänze ebenso wie Fliegen Pilzsporen verschleppen können (Popenoe); es muß also bei Isolierung eines pilzverseuchten Lokals eine Überwanderung der Springschwänze unbedingt verhindert werden.

Avitale Begrenzungsfaktoren.

a) Luftfeuchtigkeit.

Grundbedingung für das Vorkommen der tracheenlosen Collembolenarten ist eine genügende Luftfeuchtigkeit. Je trockener ein Standort ist, desto spärlicher ist die Collembolenfauna. Aber nicht nur das Vorkommen einer Art ist abhängig von der Luftfeuchtigkeit, auch die Individuenanzahl, die Abundanz einer Art muß durch eine entsprechende Luftfeuchtigkeit garantiert sein.

Sehr schön zeigt ein Beispiel das eben Gesagte, das Davenport brachte, indem er die Individuendichte eines Literolbezirkes und die Bodendurchfeuchtung zur Deckung bringen konnte.

So wie die meisten ihrer Verwandten, ist auch *Hypogastrura* sehr abhängig von der Luftfeuchtigkeit. Luftfeuchtigkeit unter 55—60% töten Hypogastruren in kurzer Zeit, da der Wasserverlust so groß wird, daß die Tiere eingehen. (Strebel bestimmt das Minimum für *Hypogastrura purpurascens* auf 54—56%). Zum Leben und zur Entwicklung brauchen die Hypogastruren aber eine weit feuchtere Atmosphäre, die nahezu oder ganz mit Wasser gesättigt sein muß.

Im Lebensraum der Hypogastruren, unmittelbar über dem feuchten Boden, in ihren Fraßgängen ist die Luft in den meisten Fällen ganz oder nahezu mit Wasser gesättigt. Die Luft der Champignonkeller ist sehr feucht, ich habe stets 98—100% Luftfeuchtigkeit gemessen. Ich halte diese optimale Luftfeuchtigkeit für den einen der beiden Hauptfaktoren, die das Massenauftreten der Springschwänze in den Champignonkulturen bedingen.

Da das Minimum an Feuchtigkeit, das den Springschwänzen ein Fortkommen überhaupt erst ermöglicht, ziemlich hoch ist, ist eine Vorliebe für feuchte Plätze, eine positive Hydrotaxis zu beobachten.

In trockenen Zuchtschalen kann man beobachten, wie die Tiere noch feuchte Stellen aufsuchen, ebenso wie sich in trockeneren Champignonkulturen eine größe Individuenanzahl auf den Beeten findet, die an den Mauern angelegt sind, weil diese feuchter sind.

Um die Hydrotaxis zu demonstrieren, hat Strebel hübsche Versuche angestellt.

Er brachte z. B. in eine Petrischale, die mit trockenem Filtrierpapier ausgelegt war und nur in der Mitte in einem Ausschnitt des trockenen Papiers eine feuchte Scheibe enthielt, Springschwänze und konnte feststellen, daß bei Ausschaltung der anderen beeinflussenden Faktoren (Licht usw.) nach 4 Stunden sämtliche Tiere auf dem feuchten Papier saßen.

Diese und ähnliche Versuche zeigen deutlich das Vorhandensein einer Hydrotaxis, die wie gesagt, auch im Freiland leicht zu beobachten ist.

b) Temperatur.

Nicht so enge Grenzen wie durch die Luftfeuchtigkeit sind dem Vorkommen der Springschwänze durch die Temperatur gesteckt.

Um ein Bild zu bekommen von der Abhängigkeit des Vorkommens von *Hypogastrura manubrialis* habe ich mich leider auf Beobachtungen der Tiere bei verschiedenen Temperaturen im Laboratorium und solchen der Champignonlokale beschränken müssen, da Zuchten bei mehreren verschiedenen Temperaturen nicht möglich waren, weil mir eine Thermostatenreihe nicht zur Verfügung stand.

Ich konnte feststellen, daß das Temperaturintervall, in dem Hypogastrura normal leben und sich vermehren vermag, zwischen einigen Plusgraden etwa 6° C und 22—24° liegt.

Hier interessiert uns vor allem die Abhängigkeit der Schädigung der Champignonkulturen von der Temperatur. Es lag nahe zu versuchen, Temperaturen ausfindig zu machen, bei der Champignons noch gut gedeihen, die Insekten aber schon zu ungünstige Bedingungen für eine Massenvermehrung finden. Und in der Tat hat Popenoe (1917) empfohlen, die Kulturen auf einer Temperatur unter 51° F zu halten (= 13° C), um so eine Massenvermehrung hintanzuhalten. Natürlich sind in warmen Kulturen die Schädigungen durch Collembolen weitaus häufiger, sie sind ja gewöhnlich eine Plage der warmen Jahreszeiten, doch habe ich in der von mir beobachteten Kultur starken Befall der Pilze bei 8° C, auch bei 10° C öfters beobachtet. In diesen Fällen wird die Schädigung dadurch besonders leicht größer, weil die Champignons, deren normale Kulturtemperatur zwischen 12 und 13° C liegt, bei der niederen Temperatur von 8° C sehr langsam wachsen und so dem Fraß der Springschwänze längere Zeit ausgesetzt sind. Vergleicht man die Temperaturen die für rationelle Champignonzucht Bedingung sind, mit dem Bereich der Temperaturen, in dem die Collembolen schaden, so sieht man ein, daß eine Kulturmaßnahme gegen Springschwänze durch Einhalten einer für die Schädlinge ungünstigen Temperatur bei einem so empfindlichen Kulturgewächs wie den Champignons nicht möglich ist.

Soviel über die für die Collembolen zuträglichen Temperaturen; beachten wir nun, wo die letalen Grenzen liegen.

Sehen wir zunächst wie es mit der Kältefestigkeit steht, so können wir feststellen, daß die Tiere noch bei ziemlich niederen Temperaturen herumkriechen (bei + 1—1½° C) und bei Temperaturen um den Nullpunkt noch Bewegungen, wenn auch kein Kriechen mehr, zu beobachten sind; erst bei Temperaturen unter Null tritt die Kältestarre ein.

Um die Grenztemperaturen zu ermitteln, wurden Richtversuche angestellt: erwachsene Tiere wurden von + 8° langsam abgekühlt, sodann durch 12—24 Stunden bei der tiefen Temperatur belassen und dann wieder langsam auf einige Plusgrade erwärmt.

Temperaturen bis zu — 8° C wurden gut ausgehalten, bei tieferen Temperaturen kam stets ein Großteil nicht mehr zum Leben und bei einer Abkühlung auf — 13° C kam kein Tier mehr zum Leben, Strebel kam mit *Hyp. purpurascens* zu ähnlichen Resultaten.

Züchter pflegen mitunter nach dem Abräumen der Beete im Winter die Lokale ausfrieren zu lassen, um so die Schädlinge loszuwerden.

Wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, ist zur Tötung der erwachsenen Tiere nötig, das ganze Lokal auf mindestens — 10° C durchfrieren zu lassen (auch die Mauern).

Eine obere Grenze findet die Lebensfähigkeit der Hypogastruren bei etwa 38° C (Nicolet, Strebel). Ich habe diesbezüglich keine Versuche gemacht, sondern nur festgestellt, daß sowohl Tiere wie Eier Temperaturen von 50° C niemals überstehen, wenn auch selbstverständlich für entsprechende Luftfeuchtigkeit gesorgt wird.

Neben diesem Laboratoriumsversuch habe ich in Mist, der der Präparation unterlag und dabei auf Temperaturen von 65° C und höher kommt, Eprovetten mit Eiern und Tieren gesteckt und konstatiert, daß alle starben.

Dies zeigt, daß wir in der Selbsterhitzung des Mistes eine Selbststerilisation vor uns haben, die ein Überleben von Springschwänzen im Mist bei sorgfältiger Präparation nicht möglich macht.

c) Bodenreaktion.

Es lag nahe, bei dem Leben der Springschwänze in und auf der Erde eine Abhängigkeit des Vorkommens von der chemisch physikalischen Beschaffenheit des Bodens zu vermuten, zumal ich stets beobachtet habe, daß es am Mist, in dem das Myzel läuft und der durch die Präparation einen bestimmten Säuregrad erreicht hat, nie zu einem zahlreicheren Vorkommen der Springschwänze kommt, sondern diese stets erst nach dem Auflegen der Erde auftreten, die eine geringere Azidität besitzt. Es wurden daher Richtversuche angestellt, um event. Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen und der Entwicklung der Springschwänze und der Bodenreaktion aufzufinden, wie sie von Davies für *Sminthurus viridis* zu zeigen versucht hat. Zuchtschalen wurden mit Böden verschiedener p_H beschickt und erwachsene Weibchen darauf angesiedelt und beobachtet, ob Fortkommen, Eiablage und Entwicklung zu konstatieren waren.

pH	geschlechtsreife Tiere	Eier	junge Tiere
5,8	Eiablage	Entwicklung, aber etwas verzögert	Entwicklung normal
6,1	„	Entwicklung normal	„ „
7,5	„	„ „	„ „
8,0	„	„ „	„ „

Diese Versuchsreihe zeigt keine wesentliche Beeinflussung des Lebens und der Entwicklung der Springschwänze auf den versuchten Böden.

d) Dunkelheit.

Ein Faktor, der nicht gerade Bedingung für das Vorkommen der Hypogastruren ist, ist die Dunkelheit.

Die Tiere halten sich gerne an dunklen und halbdunklen Orten auf, doch ist das häufige Vorkommen in dunklen Kellern usw. mehr durch die an solchen abgeschlossenen Orten vorhandene Luftfeuchtigkeit bedingt. Denn man findet diese Springschwänze auch am Licht an hellen Orten, sie vermeiden nur das direkte Sonnenlicht. Genügende Luftfeuchtigkeit vorausgesetzt, finden wir sie ja auch in ganz hellen Räumen, z. B. als Schädlinge in Glashäusern.

Wenn also auch Dunkelheit kein für das Vorkommen unserer Collembolen unbedingt lebensnotwendiger Faktor ist, so finden wir bei diesen Tieren immerhin eine starke negative Phototaxis gegenüber plötzlichen starken Lichtintensitäten.

Diese negative Phototaxis unserer Hypogastrura ist leicht zu beobachten, wenn man einen Behälter so orientiert, daß er einseitig beleuchtet ist. Die Tiere sammeln sich dann stets in der dunklen Ecke.

Dieses Verhalten gibt übrigens eine sehr bequeme Methode, die Tiere aus einer Probe herauszufangen.[1])

Die negative Phototaxis läßt sich nur gut beobachten, solange es sich um größere Lichtintensitäten handelt.

Der Umstand, daß für die Springschwänze die Luftfeuchtigkeit viel lebenswichtiger ist als Dunkelheit, findet eine Bestätigung im Verhalten der Tiere, die nach Strebel bei entsprechender Versuchsanstellung stets die feuchteren Stellen aufsuchen, auch dann, wenn dieselben belichteter sind als die trockenen.

Die Biocänose der Oberfläche der Champignonbeete.

In derselben Lebensgemeinschaft wie die Springschwänze, also an der Oberfläche der Champignonbeete und auf den Fruchtkörpern der Champignons selbst, tummelt sich eine Fauna, die sich zum größten Teile aus Arten zusammensetzt, die zur Mistfauna gehören. Solche zerfallende organische Substanz fressende Tiere pflegen unter Umständen zum Fraß an lebende Pflanzenteile überzugehen.

Ich möchte zuerst eine Aufzählung dieses Champignonungeziefers geben und dann auf ihr Verhältnis zu den Springschwänzen eingehen.

---

[1]) Thomas beobachtete bei *Hypogastrura armata* eine positive Phototaxis gegenüber geringen Lichtintensitäten (briefliche Mitteilung).

Fauna der Champignonbeete:

Isopoda:

Porcellio scaber Latr. (vielfach auch *marmoratus*).
Porcellio laevis Koch.
Armadillidium vulgare Latr.

Diplopoda:

Nopoiulus pulchellus Leach.
Brachiiulus pusillus.
Chromatoiulus unilineatus Koch.

Insecta. Diptera:

Sciara frigida Wtz. *(Sciaridae).*
Sciara ingenua Duf.
Sciara praecox Meig.
Aphiochaeta albidihalteris Falt. (*Phoridae*).
Miaster sp. (*Cecidomyidae.*)

Coleoptera:

Atheta arenicola Thoms. (*Staphilinidae*).
Philonthus sp
Acrotrichis sp. (*Ptilidae*).
Atholus duodecimstriatus Schrank. (*Histieridae*).
Oxyomus silvestris Scop.
Cercyon haemorrhoidalis F.
Cercyon quisquilius L.
Sphaeridium bipustulatum F.
Aphodius fimetarius L. (*Scarabaeidae*).
Cryqtophagus distinguentus. (*Cryptophagudae*).

Collembola:

Hypogastrura armata Nic. (*Hypogastrurudae*).
Hypogastrura manubrialis Tullbg.
Proisotama minuta Tullbg. (*Isotomidae*).
Lepidocyrtus cyaneus Tullbg.
Tomocerus vulgaris Tullbg.
Heteromurus nitidus Templ. (*Entomobryidae*).
Onychiurus ambulans Nic. (*Onychiuridae*)
Cyphoderus albinus Nic. (*Cyphoderidae*).

Acarina:

Tyroglyphus lintneri Osb. (*Tyroglyphidae*).
Linopodes motatorius L. (*Eupodidae*).
Dameosoma nitens Koch. (*Oribatidae*).
Parasitus ancoriferus Oudems. (*Gamasidae*).
Parasitus celer Koch.
Parasitus fossorius Berl.
Zschachia litoralis Oudems.
Coproblaspis sp.

Von diesen Arten kommen nur ganz wenige als Feinde der Springschwänze in Betracht, es sind das die Gamasiden, die Staphilinidenlarven und manche Staphilinidenimagines.

Ich habe beobachtet, wie Staphilinidenlarven unter den Springschwänzen aufräumten, ebenso habe ich Gamasiden Springschwänze anfallen gesehen; daß die Staphilinidenkäfer sich von Springschwänzen nähren, habe ich nie beobachtet, doch findet man diesbezügliche Angaben in der Literatur.

In der Literatur findet man ferner als Parasiten der Springschwänze Trombidienlarven, Gordiidenlarven und Nematoden angegeben, Gregarinen hat man im Darme gefunden. Daß Trombidien sich unter Umständen in Champignonkellereien finden und Springschwänze fressen, habe ich auch beobachtet.

Eine Bedeutung für die Beschränkung der Individuenanzahl durch all diese angeführten Feinde konnte nicht beobachtet werden.

Und als Nahrungskonkurrenten kommen bei der übergroßen Menge der Nahrungsstoffe im Lebensraum der Champignonbeete auch den aufgezählten Arten keine Bedeutung zu.

Dagegen arbeiten Arten, die ebenfalls an den Pilzen fressen (Asseln, Tausendfüßer, Fliegenlarven) den Springschwänzen dadurch vor, daß sie diesen durch ihren Fraß und die in den Fraßspuren eintretenden Zersetzungsprozesse den Angriff auf die Schwämme erleichtern.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Champignonspringschwänze.

Den Champignonkulturen werden die Springschwänze auf zweierlei Weise gefährlich. Einmal durch Zerstören der Schwämme durch Fraß der Springschwänze und (meist übersehen) durch Übertragung der Sporen von Pilzkrankheiten.

Daß die kleinen Tiere bedeutenden Schaden anrichten können, hat in der Lebensweise der Tiere begründete Ursachen: ihre Vermehrung, die zu solchem Massenauftreten führt; um eine Vorstellung zu geben, um welche Mengen es sich hierbei handelt, sei erwähnt, daß ein auf von Springschwänzen befallene Champignonbeete gelegtes Leimpapier in wenigen Minuten von Springschwänzen ganz bedeckt war und aussah wie Schmirgelpapier. Weitere Ursachen ihrer Schädlichkeit sind ihre Fraßgewohnheit, in Anzahl an einer Stelle zu fressen, wodurch die schweren Schäden an den Schwämmen entstehen und endlich ihre lange Lebensdauer und damit im Zusammenhang die lange Fraßzeit.

Die so zustande kommenden Schäden sind bedeutend. Bei Anwesenheit von vielen Individuen bleibt nicht nur kein Schwamm gesund, sondern es können auch gar keine nachkommen, weil die Markierung, wie sie erscheint, befallen und zerfressen wird.

Bedenkt man den hohen Marktpreis der Schwämme, so wird es klar, was es in Zahlen heißt, wenn ganze Anlagen zerstört werden. Und das

ist nicht selten. Auch in der Pflanzenschutzliteratur finden wir öfters solche Fälle berichtet (z. B. Jahresbericht. Sonderaussch. Pflanzenschutz D.L.-G., (1883, S. 83), Popenoe 1917, Farmers Bulletin Nr. 789).

Die Springschwanzkalamität, die ich beobachtet habe, hat eine Champignonzüchterei nahe dem Bankrott gebracht.

Schwierig ist die Frage, ob die Springschwänze als primäre Schädlinge oder Schwächeparasiten zu betrachten sind.

Sicher erliegen Kulturen bei langsamem Wachstum oder schwachem Trieb z. B. gegen Ende des Tragens einer Anlage oder anderweitig geschwächte Kulturen leichter, weil bei langsamem Wachstum die Zeit, in der der Pilz befallen werden kann, länger ist oder ein von vornherein nicht gesunder Pilz schon bei geringem Befall zugrunde geht. Das sind Fälle, wo die Springschwänze einen vorhandenen Schaden nur vergrößern, also als sekundär als Schwächeparasiten zu betrachten sind.

Daneben konnte ich auch tadellose Anlagen beobachten, in denen Springschwänze so überhand genommen hatten, daß jede heraus kommende Markierung sofort zerfressen und braun war. Auch in Deutschland und Nordamerika sind solche Auftreten berichtet, so daß wir sagen können, daß die Champignonspringschwänze sowohl als Schwächeparasiten als auch als primäre Schädlinge aufzutreten pflegen.

Neben den Schaden, den die Springschwänze durch ihren Fraß anrichten, können sie auch gefährlich werden durch Übertragen von Pilzkrankheiten, besonders durch Übertragen der Sporen der Weichfäule, die durch *Mycogone perniciosa* hervorgerufen wird. Die winzigen Sporen bleiben an den feinen Körperborsten der Springschwänze haften und werden so ebenso verschleppt, wie durch die Fliegen. Wenn an irgendeiner Stelle einer Kultur ein Mycogonebefall auftritt, ist eine Übertragung infolge des lebhaften Herumlaufens der Tiere und ihr Herumklettern auf den Schwämmen sehr gefährlich.

Ist also eine Übertragung von Pilzkrankheiten durch Auftreten der Krankheiten irgendwo im Lokal möglich, ist eine Vernichtung der übertragenden Insekten, darunter auch der Springschwänze, unbedingt geboten, wenn auch die Tiere in einer durchaus nicht gefährlichen Individuenanzahl auftreten.

Einschleppung der Springschwänze.

Vom praktischen Standpunkt ist die Frage der Einschleppung bezw. deren Verhinderung von Interesse.

Da die Hypogastruren zur Mistfauna gehören, liegt die Vermutung nahe, daß die Springschwänze mit dem Mist eingeschleppt werden.

Bei der Art des bestehenden Verfahrens der Mistvorbereitung ist eine Einschleppung schwer auszuschalten. Durch den Mist werden bestimmt Massen von Insekten in das Lokal, wo der Mist vorbereitet wird, eingeschleppt, und hier denkt niemand daran, sie zu bekämpfen.

Bei der Präparation des Mistes, wobei dieser vom alkalischen in den sauren Zustand überführt wird, wird der Mist auf eine Temperatur von 65—72° C erhitzt, und wenn die Präparation richtig durchgeführt wird, werden alle Teile auf diese Temperatur gebracht. Insekten halten derartige Temperaturen nicht aus, und ich habe mich durch Versuche überzeugt, daß sowohl Tiere wie Eier zugrunde gehen; auch Schlemmproben mit präpariertem Mist ergaben stets negative Resultate.

Wenn also das Umschaufeln des Mistes sorgfältig erfolgt, so daß alle Partien dieser Erwärmung unterliegen, so muß der Mist Collembolenfrei sein.

Ich habe viele Proben von gut präpariertem Mist genommen und festgestellt, daß tatsächlich keine Collembolen zu finden waren (ich bediente mich einer Aufschlämmethode, bei der man große Mengen von Mist rasch und genau kontrollieren kann).

Wir haben also in der Mistpräparation eine Selbststerilisation vor uns.

Bei dem Anlegen der Beete ist nun nötig, daß der Mist nicht wieder neu infiziert werden kann. Die Geräte sollen durch Kalk gereinigt sein, und der Mist nach der Präparation sogleich in das anzulegende Lokal gebracht werden, daß wenn möglich, um die Gefahr von Infektionen durch den Mist auszuschalten, getrennt vom Vorbereitungsraum des Mistes liegen soll.

Ich konnte feststellen, daß frisch angelegte Kulturen, in denen die Brut erst gesteckt war, fast immer, wenn sorgfältig präpariert worden war, frei von Ungeziefer waren. Während nun aber die Brut läuft, fand sich in den 3 Wochen bis zum Erscheinen der ersten Markierung langsam das Ungeziefer, darunter auch die Springschwänze ein, angelockt durch den Mist.

Daraus geht hervor, wie wichtig nicht nur eine sterile Mistpräparation ist, sondern daß auch eine gründliche Lokaldesinfektion nur vor Infektionen schützt, wenn Neuinfektionen ausgeschlossen werden: Peinlichstes Reinhalten des Lokals, Abschließen von älteren Kulturen, Lagern des präparierten Mistes in reinen Lokalen. Sehr vorteilhaft ist fester Fußboden, nicht Erde, da sie stets ein Schlupfwinkel für Ungeziefer ist.

Nicht nur das Kulturlokal, auch die Nebenlokale, besonders der Präparationsraum müssen wiederholt desinfiziert werden, am besten und vor allem billig durch Schwefelgasungen. Aussichtsreich ist auch die Maßnahme, die Thomas empfiehlt, während der Präparation des Mistes, wenn der Mist dampft und alles Ungeziefer herauskommt, mit Schwefel zu räuchern.

Eine zweite Möglichkeit der Einschleppung ist durch die Erdauflage gegeben.[1]) Es darf nur Grunderde benützt werden, die auf Anwesen-

[1]) Ich habe Erde nicht nur durch Aufschlämmen untersucht, es wurden auch Champignontopfkulturen mit solcher Erde bedeckt und zugesehen, ob sich Springschwänze entwickelten. Diese Versuche wurden an der Lehrkanzel f. Gartenbau d. Hochschule f. Bodenkultur ausgeführt. Ich danke dem Vorstand d. Lehrkanzel, Herrn Prof. Zederbauer, für sein liebenswürdiges Entgegenkommen.

heit von Springschwänzen durch Schlemmproben oder genaue Untersuchung zu prüfen ist. Zeigen sich einige Springschwänze, so kann durch Umschaufeln an einer sonnigen Stelle abgeholfen werden, besser ist natürlich möglichst reine Erde.

Jedenfalls ist Lagern der Erde in der Nähe von Mist und Erde von gedüngten Äckern zu vermeiden.

An dieser Stelle möchte ich auf die schon oft gebrachte Warnung aufmerksam machen, daß Mist aus ausgeräumten Lokalen keinesfalls vor dem Lokal lagern darf, sondern sofort weggeführt werden muß, weil er nicht nur einen Infektionsherd für tierische Schädlinge sondern auch für Pilzkrankheiten darstellt.

Überhaupt ist jedes Ablagern von Abraum, Erde, Baumaterial usw. in der Nähe oder gar im Lokal zu vermeiden, da es stets ein Schlupfwinkel für Champignonungeziefer ist und leicht zum Infektionsherd für die Kultur werden kann.

Die Bekämpfung der Champignonschwänze.

Die Verluste, die die Züchter durch Fraß der Springschwänze erleiden, haben zu verschiedenen Bekämpfungsversuchen geführt. Wir finden daher in der Champignon- und Pflanzenschutzliteratur Angaben zur Bekämpfung: so gibt Sorauer-Reh im Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. 4, S. 143 eine umfangreiche Liste der Bekämpfungsmaßnahmen; Austrocknen durch Kalk, Asche oder Ofenruß, Abtötung durch Kontaktmittel wie Tabakstaub und Pyretrum, Petroleum-Seifenbrühen und als Magengifte Abkochungen von Quassia, Arsenverbindungen und schließlich Atemgifte, vor allem Blausäure. Diese Zusammenstellung bezieht sich allgemein auf Collembolen, einige Mittel sind von vornherein in der Champignonkultur nicht anwendbar. Auch Popenoe 1917 empfiehlt einige Bekämpfungsmittel: Pyrethrumpulver, Cyanvergasungen, Gips streuen.

Allein die Bekämpfung der Springschwänze ist schwierig und führt vielfach nicht zum Ziel, so daß die Züchter oft bei großem Massenauftreten nicht anderes machen können, als die Kultur hinauszuwerfen, eine wenig rationelle Maßnahme.

Eine Bekämpfung ist möglich in der Kultur, wenn bereits Springschwänze an den Champignon fressen oder als prophylaktische Maßnahme durch Desinfektion des leeren Lokals verbunden mit Vorsichtsmaßnahmen gegen Einschleppung (vgl. S. 573). Der letztere Weg ist weitaus einfacher und hat mehr Aussicht auf Erfolg. In Kulturen, wo Springschwänze auftreten, sollte darauf das Hauptgewicht gelegt werden, weil eine Desinfektion des leeren Lokals weit billiger kommt und mehr Aussicht auf Erfolg hat.

Solche Methoden zur Desinfektion des leeren Lokals sollen zunächst besprochen werden: Zunächst die Austrocknung. Wenn es in einem

Lokal technisch möglich ist, durch einige Tage hindurch die Luftfeuchtigkeit unter 45% zu halten, besser natürlich noch niederer, wobei auch Löcher und Fugen der Wände und die obere Schicht des Bodens austrocknen müssen, kann man sicher sein, alle Collembolen getötet zu haben. Wir haben im biologischen Abschnitt dieser Arbeit auseinandergesetzt, daß eine Luftfeuchtigkeit um 55% die Tiere tötet und feuchtigkeitsbeständige Stadien wie hartschalige Eier nicht vorhanden sind. Am leichtesten wird eine solche Austrocknung durch Heizen und Lüften erzielt werden und ist in vielen Kulturlokalen, die ohnehin Öfen für die Winterkultur besitzen, möglich. In Champignonhäusern und ähnlichen ist sie leicht durchführbar, schwer dagegen in Kellern, da auf eine Austrocknung der Wände unbedingt Gewicht gelegt werden muß. Durch Kalk, Asche und ähnliche hygroskopische Materialien kann eine genügende Austrocknung kaum erzielt werden.

Für Fälle wo eine Austrocknung nicht möglich ist, wird man eine chemische Desinfektion des verseuchten Lokals durch eine Vergasung durchzuführen versuchen. Außer der insektiziden Wirkung tötet man man dabei, besonders bei SO_2-Vergasungen pilzliche und bakterielle Infektionen. Eine Vergasung ist in jedem Lokal leicht durchführbar.

Am gebräuchlichsten sind Blausäuregasungen; da die Springschwänze aber gegenüber Blausäure sehr widerstandsfähig sind und darin andere Insekten, z. B. Speicherschädlinge, um ein vielfaches übertreffen, müssen ziemlich hohe Konzentrationen, mindestens 3 g pro m^3 angewendet werden, so daß eine CN-Vergasung teuer kommt.

Wir besitzen aber im SO_2 ein Gas, daß sich bei der Desinfektion der Champignonlokale bewährt hat, leicht durch Verbrennen von Stangenschwefel (Schwefelräucherung) durchgeführt werden kann und nicht so teuer kommt. Charles und Popenoe 1928, die von guten Erfolgen mit SO_2-Gasungen in den großen Champignonkulturen der U. S. A. berichten, empfehlen eine Dosierung von 92 g pro 1 m^3. Dieses Gas ist ein ausgezeichnetes Fungicid, was den Wert einer solchen Vergasung erhöht.

Wie schon gesagt, eine gründliche Desinfektion des leeren Lokals und eine möglichst sterile Anlage ist die einzig sichere Bekämpfung der Springschwänze. Läuft einmal die Brut und hat die Fruchtkörperbildung begonnen, stößt die Bekämpfung auf Schwierigkeiten, die vor allem in der Empfindlichkeit der Pilze und des Myzels besteht.

Auf drei verschiedenen Wegen kann man eine Bekämpfung anstreben. Durch eine Kulturmaßnahme, die die Lebensbedingungen für die Springschwänze unmöglich macht, dabei aber den Champignons nicht schadet. Nun liegen aber die Grenzen der optimalen Lebensbedingungen für Pilz und Springschwanz so nahe, daß keine Maßnahme gefunden werden konnte, die das Fortkommen der Springschwänze unmöglich dabei, aber nicht auch die Kultur der Pilze unrationell macht. So hat Popenoe 1917 versucht, durch Niedrighalten der Temperatur einer Massenvermehrung

vorzubeugen; diese tiefere Temperatur (unter 13° C) verlangsamt das Wachstum, so daß die Züchtereien aus ökonomischen Gründen diese Mehode nicht anwenden, abgesehen davon, daß sie ein Massenauftreten dadurch gar nicht verhindern können; übrigens besitzen wenige Züchtereien Kühlanlagen, sondern sind im Sommer weitgehend von der Außentemperatur abhängig. Ebenso ist versucht worden, durch wasserentziehende Mittel die Tiere zu töten, aber auch das läßt sich nicht intensiv genug durchführen, da die Pilze große Ansprüche an die Luftfeuchtigkeit stellen.

Eine zweite Bekämpfungsmöglichkeit stellen mechanische Abfangvorrichtungen dar. Als solche wurden Raupenleimpapier empfohlen und damit kann auch eine große Anzahl von Springschwänzen herausgefangen werden, bei großen Kalamitäten aber, wo der Boden mit Tieren bedeckt ist, reicht diese Methode bei weitem nicht aus. Kugelspringschwänze werden im großen so bekämpft, daß man die Tiere durch eine Maschine, die eine klebrige Fläche darstellt, aufscheucht und die Springschwänze dann gegen diese geteerten Säcke u. dgl. springen und so abgefangen werden (Davies 1926). Da aber die Hypogastruren nur schwer zum Springen zu bringen sind, läßt sich diese Methode bei den Champignonspringschwänzen nicht anwenden.

So hat man sich viel von einem Insektizid erhofft; soll es brauchbar sein, muß es einer ganzen Reihe von Anforderungen entsprechen: Die Springschwänze müssen in einer Konzentration getötet werden, die für Myzel und Pilze indifferent ist, keinerlei Geschmack oder Geruch darf an den Schwämmen hinterbleiben, für Menschen giftige Präparate dürfen natürlich überhaupt nicht verwendet werden und — last not least — muß das Bekämpfungsmittel finanziell leicht tragbar sein.

All diese Bedingungen zu erfüllen ist sehr schwer. Da Versuche mit Insektiziden zur Ermittlung der Giftigkeit nur für die ökologisch und physiologisch anders gestellten Sminthuriden vorliegen, habe ich eine Anzahl Versuche angestellt, über die im folgenden berichtet werden soll.

Vielfach werden Spritzmittel empfohlen; diese scheinen schon von vornherein wenig Aussicht auf Erfolg zu haben, da die Champignonspringschwänze bei ihrem zum Teil versteckten Leben von Kontaktmitteln zum Teil garnicht erreicht werden. Da die Eier in Hohlräumen des Bodens liegen, bleiben sie vom Insektizid unberührt. Vor allem ist festzustellen, ob die Spritzmittel in den anwendbaren Konzentrationen genügend toxisch wirken. Ich habe die Versuche so angestellt, daß ich eine große Anzahl von Tieren, für jeden einzelnen Versuch stets über Hundert, in Petrischalen, auf deren Boden ein Filtrierpapier oder eine dünne Erdschichte lag, brachte und dann aus einer Blumenspritze bespritzte. Die Schalen wurden nur mit Gaze zugedeckt, um eine zu große Konzentration der flüchtigen Anteile des Insektizids in der Schale zu verhindern, da sich ja auch in Champignonlokalen die freiwerdenden Gase

auf ein großes Luftvolumen verteilen. Die Schalen wurden dann in eine feuchte Kammer gestellt (98% Luftfeuchtigkeit) und nach 1, 2, 3 Tagen durchgezählt. Selbstverständlich wurden stets Kontrolltiere unter den gleichen Verhältnissen gehalten.

Nikotin wurde versucht als Tabakextrakt der österreichischen Tabakregie (Nikotingehalt bestimmt, 8,1%). In den Konzentrationen, die versucht wurden (1—3%), schaden sie weder der Markierung noch den Schwämmen. Die Wirkung des Nikotins als Nervengift zeigt sich in krampfartigen Zuständen der Springschwänze, maximalen Kontraktionen der Körpermuskulatur, die Ähnlichkeiten mit den Häutungsstellungen haben. Doch überstehen die Tiere diese Krämpfe und nach drei Tagen sind sie wieder gesund und können wieder schaden, so daß die toxische Wirkung gering ist, die aus dem folgenden Versuchsbericht hervorgeht:

Lösung enthält % Tabakextrakt	Nikotingehalt	Abgetötete Springschwänze erwachsene	junge
1%	0,08	15%	98%
2 „	0,16	28 „	100 „
3 „	0,24	68 „	100 „

Daraus geht hervor, daß Konzentrationen, die für andere Insekten schon lethal sind, von den Springschwänzen überstanden werden, was im Einklang steht mit Angaben, die wir in der Literatur finden, aber auch von Praktikern gehört haben, daß Tabakextrakt wenig Erfolg zeige. Mitunter wird er dann verwendet, wenn ein einzelner Trieb von Champignons zum Heranwachsen gebracht werden soll und durch Bespritzen mit Tabakextrakt, der die Champignon-Springschwänze durch ihre Krämpfe für einige Tage am Fraße hindert, durchgebracht werden soll.

Viele Versuche habe ich mit einem Derrispräparat, Katakilla von Mc. Dougall gemacht. Es sind dies zerriebene Derriswurzeln mit Seife vermischt, die in Wasser gelöst werden. Ich lasse einen Versuchsbericht, der die Zahlen von 3 Versuchen wiedergibt, folgen:

Derrispräparat.

% an Katakilla	Abgetötete erwachsene Springschwänze
1%	23—38%
2 „	36—57 „
3 „	75—95 „
4 „	80—96 „
Kontrolle	alles lebend.

Diese Versuche zeigen wieder, daß die Springschwänze Konzentrationen überstehen, die andere Tiere, z. B. Aphiden schon töten würden. Ein Spritzversuch am Champignonbeet hat gezeigt, daß eine Konzentration von

5% nicht ausreicht, um alle Tiere zu töten. Das hat außer der zu geringen insektiziden Wirkung des Präparates an sich wohl auch seine Ursache darin, daß viele Tiere von der Spritzflüssigkeit nicht erreicht wurden. Kleine Pilze, die mit Katakilla 2 und 3% bespritzt wurden, haben sich tadellos entwickelt. Der Markierung scheint es aber unter Umständen ein wenig zu schaden.

Ferner wurden Schmierseifenlösungen ausprobiert, deren Resultate durch folgenden Versuchsbericht illustriert werden:

Schmierseifenlösung.

% an Seife	Abgetötete erwachsene Springschwänze
3/4 %	7 %
1 1/2 „	54 „
2 „	33—65 „
3 „	18—27 „

Ein Verhältnis zwischen Abtötungszahlen und Prozentgehalt der angewandten Lösung hat sich nicht ergeben, was mit den Beobachtungen der Wirkung von Seifenlösungen auf anderen Insekten im Einklang steht. 2—5% Lösungen schaden den Schwämmen nicht, doch ist die Anreicherung von Seife im Boden bei wiederholtem Spritzen nicht außer acht zu lassen.

Aus all den bisher berichteten Versuchen ergibt sich eine auffallend große Widerstandsfähigkeit der Springschwänze gegen Spritzmittel, was im Widerspruch mit der zarten Kutikula dieser Tiere zu stehen scheint. Versucht man die Tiere zu benetzen, indem man sie z. B. in einem Reagenzröhrchen mit einer Flüssigkeit schüttelt, so beobachtet man, daß die Tiere fast völlig unbenetzbar sind und diese Unbenetzbarkeit ist sicher mit ein Faktor, der ihre Widerstandsfähigkeit bedingt. Er kann nicht der einzige sein, da sie, wie wir sehen werden, auch gegen Atemgifte und Stäubemittel sehr widerstandsfähig sind.

Von letzteren hat gutes Pyretrumpulver eine große Wirkung, kommt aber sehr teuer, so daß Bekämpfungen durch Insektenpulverstäuben, das in Intervallen etwa von 3 Tagen zu erfolgen hätte, sehr teuer kommt, so daß das Pyretrumpulver nicht die Bedeutung haben kann, die ihm zufolge seiner toxischen Wirkung gegen Springschwänze und der Indifferenz gegenüber den Champignons zukäme. Tabakstaub hat keinen ausreichenden Erfolg, ebensowenig ist Arsen anwendbar, obwohl ein Stäubeversuch mit Schweinfurtergrün eine Abtötung von 22—100% ergab.

Dagegen schienen Vergasungsmittel mehr Aussicht auf Erfolg zu haben, sie werden auch vielfach empfohlen, vor allem Blausäure. So gibt Popenoe eine Dosis von 1,5—3 g an, die die Springschwänze töten, aber das Mizel nicht alterieren soll. Die bereits entwickelten Fruchtkörper werden natürlich geschädigt. Vergasungsversuche, die im Champignonlokal von der Firma Jencic & Co. gewissenhaft ausgeführt wurden, ergaben folgendes Resultat:

Durchgasungen einer Champignonanlage (ca. 600 m³) mit HCN.

Menge des HCN pro 1 m³	Durchgasungsdauer	Wirkung auf die Springschwänze
0,5 g	12 h	gar keine Wirkung.
0,9 g	24 h	nach 3 h sind die vergasten Tiere wieder am Leben.
1,09 g	48 h	Tiere nach der Vergasung leblos u. z. T. tot, nach wenigen Tagen die ungeheuren Individuenanzahl wieder am Leben.
1,5 g	48 h	

Da diese Vergasungen keinen ausreichenden Erfolg hatten, wurde nach der amerikanischen Vorschrift eine Vergasung mit 3 g pro m³ durchgeführt. In den ersten Tagen waren dann auch keine Springschwänze zu beobachten, aber nach einer Woche war wieder eine stattliche Anzahl von zum Teil auch erwachsenen Hypogastruren an den Schwämmen. Dabei hat diese Cyandosis das Mizel ungefähr 5 cm tief in den Mist hinein zerstört, so daß erst nach 3 Wochen wieder die Markierung eines späteren Triebes erschienen. Diese Ergebnisse lassen die Angaben der amerikanischen Literatur als nicht allgemein zutreffend und das HCN als ein wenig brauchbares Bekämpfungsmittel gegen Champignonspringschwänze erscheinen.

Ich habe deshalb Versuche mit Paradichlorbenzol angestellt, das meines Wissens gegen Collembolen noch nicht benutzt wurde,[1]) wohl aber gegen andere Champignonschädlinge. So berichtet Caesar (1927) von erfolgreichen Bekämpfungen der Champignonmilbe, *Thyroglyphus lintneri*, mit Paradichlorbenzol. Er dosierte 21 g pro m²; man kann nämlich das Globol auf die Bodenfläche des zu vergasenden Lokals berechnen, da Paradichlorbenzol ein sehr hohes spezifisches Gewicht hat und sich nur langsam im Raum ausbreitet.

Eine Versuchsreihe mit verschiedenen Mengen von Paradichlorbenzol wird durch folgenden Versuchsbericht dargestellt:

Vergasungsversuch erwachsener Springschwänze mit Paradichlorbenzol 16° C.

g Paradichlorbenzol pro 1 m³	Wirkung auf die Springschwänze
3 g	Tiere bewegungslos, an die Luft gebracht, leben.
6 g	alles tot.
7 g	alles tot.
9 g	alles tot.
10 g	alles tot.

[1]) C. A. Thomas hat neuerdings Paradichlorbenzol auch gegen *Hypogastrura armata* Nic. versucht. Er schreibt: I found that Paradichlorbenzene not only killed them, but also was very attractive to *Achorutes armatus*. (Briefliche Mitteilung vom 3. Februar 1930.)

Das ergibt eine letale Dosis von 5 bis 6 g pro m^3. Aus Globol wird das Gas nur langsam in Freiheit gesetzt, und die vorigen Werte beziehen sich nur auf freies Paradichlorbenzol.

Die Wirkung des Gases auf die Champignons soll nach Caesar bei einer Dosierung von 21 g pro qm keine schädliche Wirkung gehabt haben. Dagegen wird von Thomas berichtet, daß Paradichlorbenzol das Wachstum der Schwämme verzögere. Es ist von großer Bedeutung, die Toxidität des Paradichlorbenzols gegenüber den Champignons in ausgedehnteren Versuchen festzustellen, wie sie nur in einem Champignonlaboratorium zur Verfügung stehen. Ich konnte nur Richtversuche durchführen, die eine Indifferenz der Konzentration, die die Springschwänze schon tötet, gegenüber dem Mizel und den Fruchtkörpern ergaben. Die vergasten Schwämme behalten den Geruch des Paradichlorbenzols, so daß sie keinen Marktwert besitzen, wenn nicht ausgiebige Lüftung möglich ist.

Vor allem ist festzustellen, bis zu welcher Konzentration Paradichlorbenzolgasungen durch langsames Erhitzen des Globols ertragen werden.

Zuletzt möchte ich noch über Bekämpfungsversuche mit Eiern berichten. Über die Toxidität verschiedener Insektizide gegenüber Collemboleneier scheint nichts bekannt zu sein, deshalb machte ich eine Reihe von Versuchen mit verschiedenen Bekämpfungsmitteln, um die Widerstandsfähigkeit der Eier zu untersuchen, wobei auch vergleichsweise Insektizide einbezogen wurden, die sich in Champignonkulturen nicht verwenden lassen.

Ich ging dabei so vor, daß ich eine Anzahl Eier in eine kleine Grube eines Filzstoffes brachte, der dann nach der Bespritzung die überschüssige Flüssigkeitsmenge aufsaugte, und sodann in eine Petrischale gelegt wurde, die in eine feuchte Kammer gebracht wurden. Bespritzungen auf Erde sind schlecht durchführbar, da die Eier leicht verschwemmt und mit Erdteilchen bedeckt werden. Da die Embryonalentwicklung durch die Eischale beobachtet werden kann, kann die Wirkung des Insektizids schon am Ei verfolgt werden, doch wurden die Eier immer bis zum Schlüpfen der Kontrolle und darüber hinaus beobachtet. Es wurden Eier verschiedener Stadien zu Versuchen benutzt, da die eigentümliche Eihäutung verschieden empfindliche Eistadien vermuten ließ. Doch wurden keine Unterschiede zwischen frisch abgelegten und älteren Eiern festgestellt.

Die Versuche ergaben, daß die Eier ebenfalls sehr widerstandsfähig sind. Während Nikotin z. B. in 0,1 bis 0,2% Lösung Blattläuse tötet, wurden die Hypogastruren-Eier noch bei einer Konzentration von 0,20% und darüber nicht alteriert. Die Widerstandsfähigkeit der Eier möge durch die folgenden Versuchsprotokolle gezeigt werden:

Eier.

Insektizid und % in Lösung		Wirkung auf die Eier
Schwefelverbindungen Ca-Polysulfide als Schwefelkalkbrühe	20 Bé.	
	6%	Eier nur z. T. geschlüpft
	12 „	geschlüpft
	25 „	„
	50 „	„
Bapolysulfid als Solbar	2 „	Entwicklung
Sodalösung	5 „	„
	10 „	Eier abgetötet
Obstbaumkarbolineum	5 „	„ „
	10 „	„ „
Derris in Katakilla	2½ „	Eientwicklung
	5 „	„
Kontrolle	0 „	„

% an Tabakextrakt	Nikotingehalt	Wirkung auf die Eier
2%	0,16	Entwicklung der Eier
2½ „	0,20	„ a) Eier knapp nach der Blastokinese bespritzt.
		„ b) Eier mit großen Embryonen bespritzt.
5 „	0,40	der größte Teil der Eier geschlüpft, ein Teil abgetötet.
Kontrolle 0 „	0	Entwicklung der Eier.

% an Schmierseife	Wirkung auf die Eier
1%	Entwicklung
2 „	„
2 „	„
3 „	„
5 „	Tiere sterben nach dem Schlüpfen.
Kontrolle	Entwicklung.

Stäubeversuch mit

Stäubemittel	Wirkung auf die Eier
Pyrethrumpulver	Eientwicklung.
Tabakstaub	„
Kalkstaub	„

Im Zusammenhang mit den vorher erörterten Versuchen mit Paradichlorbenzol wurde auch die Widerstandsfähigkeit der Eier versucht:

Vergasungsversuche der Eier mit Paradichlorbenzol.

g Paradichlorbenzol pro 1 m³	Wirkung auf die Eier
5,8 g	Entwicklung
8 g	abgetötet.

Zusammenfassung.

Hypogastrura manubrialis Tullbg. v. *assimilis* Krausbauer wird als gefährlicher Schädling in Champignonkulturen, wo er in großen Massen auftritt, festgestellt. Solch ein Massenauftreten bei Wien gab die Veranlassung zu vorliegender Studie.

Nahrung: Zerfallende vegetabilische Substanz, auch lebende pflanzliche Gewebe (auch grüne). In Champignonfruchtkörper werden von allen Entwicklungsstadien Gruben, kurze unregelmäßige Gänge und Hohlräume gefressen; der unregelmäßig verzweigte Fraß ist leicht von den längeren Gängen der Fliegenlarven zu unterscheiden. Fraß hat rasche Fäulnis der befallenen Stellen zur Folge, Exhalation faulender Pilzsubstanz wirkt anlockend auf die Springschwänze.

Geschlechtsdimorphismus: Die Geschlechter sind durch einen verschiedenen Bau der Geschlechtsöffnung unterschieden. Beim Männchen eine in der Längsachse des Tieres gelegene Öffnung auf kegelförmiger Papille, beim Weibchen Querspalte hinter einer geringen Vorrundung.

Fortpflanzung: Die Weibchen legen schubweise in Intervallen von 12—14 Tagen (Laboratoriumszucht) an der lateralen Keimzone des Ovariums auf einmal reif gewordene Eier, durchschnittlich 30 Stück als Häufchen in Hohlräumen der Erde ab ($^3/_4$—1 cm tief), aus denen in etwa 3 Wochen (Temperaturabhängigkeitsdiagramm S. 560) die zunächst weißen Jungen schlüpfen, die den Erwachsenen in Habitus und Lebensweise sehr gleichen.

Entwicklung: Die Jungen wachsen durch eine Anzahl von Häutungen, die alle 5—7 Tage erfolgen, in 5—7 Wochen zu geschlechtsreifen Springschwänzen heran.

Häutung: auch nach der Geschlechtsreife alle 5—7 Tage, in Häutungsgesellschaften; die liegenbleibenden Exuvien sind ein brauchbares Erkennungsmerkmal einer Springschwanzinfektion.

Lebensdauer: 5—10 Monate. Hunger wird über 40 Tage von widerstandsfähigen Individuen ertragen.

Fortbewegung: Tiere springen wenig, verbreiten sich aktiv durch Kriechen, so eine Gefahr der Verschleppung von Pilzkrankheiten darstellend, Abdichtungsmaßnahmen.

Avitale Begrenzungsfaktoren: Vorkommen nur bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit, 55% tötet in wenigen Stunden. Positive Hydrotaxis. — Zwischen einigen Graden über Null und 22° C leben und vermehren sich die Springschwänze, Massenauftreten zwischen 8 und 18° C. beobachtet. Abkühlung unter —13° C letal, ebenso Erhitzen über 40° C. Erhitzung des Mistes bei der Präparation bewirkt Sterilisation. — Verschiedene Bodenreaktion (von p_H 5,8 bis 8) hat keinen Einfluß auf Entwicklung. — Dunkelheit nicht lebensnotwendig, gegenüber starken Lichtintensitäten besteht negativer Phototropismus.

Von der Fauna der Champignonbeete werden nur Gamasiden und Staphilinidenlarven als Feinde der Collembolen beobachtet, die keine Bedeutung für die Vermehrung der Springschwänze haben.

Das Massenauftreten in den Champignonbeeten wird ermöglicht durch optimale klimatische Bedingungen (die der Springschwänze decken sich weitgehend mit denen für die Champignonkultur zuträglichen), Nahrungsüberfluß, Fehlen von Feinden, große Vermehrungskoeffizienten der Springschwänze.

Wirtschaftliche Bedeutung: Durch Fraß an Champignons sowohl primäre als auch sekundäre Schädlinge, ferner Überträger von Pilzkrankheiten.

Springschwanzinfektion erfolgt durch Einschleppung mit Mist und Erde, Einwanderung aus verseuchter Umgebung während der Entwicklung des Myzels. Daher sorgfältige Mistpräparation in desinfiziertem Lokal, womöglich Schwefelräucherung während der Präparation, Desinfektion des leeren Kulturlokals durch Schwefelvergasung oder Austrocknung, sterile Lagerung des Mistes; Anlage vor dem Einwandern der Springschwänze aus anderen Räumen und von außen schützen! (Vgl. S. 573.)

Bekämpfung der Springschwänze in der Kultur: Spritzmittel ungeeignet (Versuche mit Nikotin, Derris, Schmierseife); Insektenpulver besser, kommt sehr teuer und tötet nicht die Eier; Tabakstaub unzureichend, Blausäure in Konzentrationen, die das Myzel erträgt, zu wenig giftig. Paradichlorbenzol tötet in konzentrierten von 5—6 g verdunstetem Globol pro 1 m^3, in dieser Konzentration für die Pilze nicht giftig, soll Wachstum verzögern. Marktwert durch anhaftenden Geruch beeinträchtigt, wenn nicht sehr gut gelüftet. Eingehendere Studien über Einfluß dieses Gases auf die Schwämme wäre sehr erwünscht.

Eier gegen Insektizide sehr widerstandsfähig (S. 581), Abtötung durch Paradichlorbenzol.

Die Bekämpfungsversuche zeigen eine große Resistenz der Springschwänze gegenüber Insektiziden, die zum Teil durch die Unbenetzbarkeit der Springschwänze verursacht ist.

Zum Schluß sei auf offene Fragen hingewiesen: In der Ökologie das Vorkommen von Parthenogenese, die Art der Kopulation, u. a. in der Bekämpfung weitere Studien über Paradichlorbenzolwirkung auf das Wachstum der Champignons, Auffindung eines sehr billigen Bekämpfungsmittels in der Kultur.

Literatur.

Charles and C. H. Popenoe, 1928, Some Mushroom Diseases and their carriers. — U. S. Dep. Agric. Circular Nr. 27.

Davies, W. M., 1926, Collembola injuring leaves of Mangold seedlings. — Bull. Ent. Res. v. XVII, S. 159.

— — 1927, Economical status and bionomics of *Sminthurus viridis*. — Bull. Ent. Res. v. XVIII, S. 211.

Davies, W. M., 1928, The effect of variation in relative humidity on certain species of collembola. Brit. J. exper. Biol. v. VI, S. 79.
Denis, J. R., 1928, Etudes sur l'anatomie de la tête de quelques Collemboles. — Arch. Zool. Experim. T. 68 (f. 1), S. 1.
Grasse, 1922, La biologie de l'*Hypogastrura armata* Nic. Ann. Soc. Ent. France v. 90, S. 190.
Handschin, E., 1926, Collembola. Schultze, Biologie der Tiere Deutcchlands. Lief. 20, Teil 25.
— — 1929, Urinsekten. Dahl, Tierwelt Deutschlands, Teil 16.
Linaniemi, W. M., 1907, Apterygoten fauna Finnlands.
Macnamara, Ch., 1924, The food of Collembola. Canad. Ent. v. 54, S. 99—104.
Popenoe, Ch., 1917, Mushroom pests and how to control them. — Farmers bulletin Nr. 789.
— — 1928, unter Charles.
Przibram, H., Apterygogenea. Abderhalden. Biol. Arbeitsmethoden.
Strebel, O., 1928, Biologische Studien an einheimischen Collembolen. II. Ernährung und Geschmacksinn bei *Hypogastrura purpurascens*. — Zs. wiss. Insektenbiologie v. XXIII, S. 135.
— — 1929, Biologische und physiologische Untersuchungen an *Hypogastrura purpurascens* und *Sminthurus niger*. — Zool. Anz. v. 84, S. 97.
Thomas C. A., 1927, Mushroom Insects. — 40. Ann. Rep. Pennszlvania State College. Agric. Expt. Sta. Bull. Nr. 213, S. 32.
— — 1928, Mushroom insects. — 41. Ann. Rep. Pennsylvania Coll. Agric. Expt. Stat. Bull. Nr. 230, S. 41.
— — 1929, Mushroom insects. — 42. Ann. Rep. Pennsylvania State College Agric. Expt. Stat. Bulletin 243, S. 30.
— — 1929, A Method for Rearing Mushroom Insects and Mites. — Entom. News v. XL, S. 222.

Das grünliche Spitzmäuschen (Apion virens Hbst.).

Neu als verheerender Schädling der Rotkleebestände (Wurzelhals und Herzteil).

Von

Dr. Ing. **H. L. Werneck,** Linz.

(Mitteilung der landw.-chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz, Österr.)

(Mit 1 Abbildung.)

Geschichte der Entdeckung, Umfang der Schäden, Bestimmung des Schädlings.

Im April und Mai 1926 wurden gelegentlich der Untersuchung eines Rotkleefeldes auf den Befall mit dem Stockälchen (*Tylenchus devastatrix* K.) im oberösterreichischen Kremstale auch außerhalb der Älchenherde eigentümlich verkümmerte Kleestöcke entdeckt; während die Älchenherde im Rotkleebestande durch die deutlich blaß gelbgrüne bis braune Verfärbung als befallene Flächen in diesem Stadium sich vom übrigen Bestande deutlich abhoben und abgrenzten, waren diese anderen kränklichen Kleepflanzen über das ganze Feld ziemlich gleichmäßig verteilt, besaßen in der Regel nur 2—3 Stengeltriebe, wiesen an den Stengeln selbst eine starke rote Verfärbung (besonders gegen den Blütenkopf zu) auf, andere Pflanzen kamen wieder überhaupt zur Stengelbildung nicht, sondern erzeugten nur eine niedrige Blattmasse ohne jeden Stengel, wurden im letzten Stadium der Erkrankung plötzlich blaßgelb und gingen ein. Die Untersuchung dieser Pflanzen auf Älchenbefall fielen alle negativ aus, dagegen wiesen sie alle im Schnitt quer vom Herzteil durch den Wurzelhals gegen die Pfahlwurzel ein eigentümliches Fraßbild auf: Bei den einen knapp unterhalb des Sprossenkegels, bei den anderen Pflanzen weiter tiefer im eigentlichen Herzteil saß eine Fraßhöhle, ausgefüllt mit Kotresten und mitten drinnen eine fußlose, weißliche Larve, mit braunem Kopf, manchmal waren sogar zwei Larven zu finden. Je nachdem die Larve ausgewachsen war, hatte auch die Höhle selbst eine verschiedene Größe. Untersuchungen, welche in späteren Monaten bis zur Heuernte und anfangs Juli in großer Zahl gemacht wurden, zeigten in allen Fällen eine starke Vergrößerung dieser Kammern, wodurch immer mehr die

Leitungsbahnen und Gefäßteile im Herzteile des Kleestockes unterbrochen wurden; die Schäden wurden immer sinnfälliger und schwerer.

Das Aussehen der gefundenen Larven des Jahres 1926 schloß bereits die Möglichkeit eines Befalles mit dem Kleewurzelkäfer (*Hylastes trifolii* Müll.) aus. Die Bemühungen des Verfassers in den Jahren 1927 und 1928 Puppen und besonders fertige Käfer zu finden, scheiterten daran, daß die Zeit (anfangs Juli) von der Puppenruhe bis zum fertigen Käfer außerordentlich kurz war; so kam es, daß nach dem Roggenschnitte nur mehr leere Fraßkammern aufgefunden werden konnten, die fertigen Käfer waren schon längst durch ein erbohrtes Loch, welches durch das Herz und einen Stengelteil führte, abgewandert. Bloß im Juli 1927 fand der Verfasser durch Zufall bei Gunskirchen in einem aufgeschnittenen Kleestock einen farblosen, fertigen Käfer, welcher aber infolge seiner Flinkheit entkam. Im Jahre 1929 konnte der Verfasser am 15. Juli im Kremstal bei Rohr (Schloß Achleiten) und am 22. Juli bei Ungenach Larven, halbfertige und fertige Käfer finden, welche bereits völlige Sicherheit gaben, daß es sich nur um eine *Apion*-Art handeln könne.

Die Schäden, welche Larven und Käfer in den verschiedenen Teilen des Einzugsgebietes der o. ö. Traun seit dem Jahre 1926 verursachten, schwankten nach eingehenden Schätzungen innerhab weiter Grenzen. Während im Jahre 1926 Kleefelder bis zu 80% ihres Bestandes an Pflanzen eingebüßt hatten, waren die Verheerungen des Schädlings in den Jahren 1927—28 bloß mit 10—20% der Bestände zu bewerten. Erst das Jahr 1929 lieferte wieder einen gleich hohen Schadenanteil wie das Jahr 1926.

Die einwandfreie Bestimmung des Schädlings bereitete in Linz unüberwindliche Schwierigkeiten, zumal da die Gattung *Apion* eine ungewöhnlich große Artenzahl in Mitteleuropa aufweist; sie wurde darum in Wien durch die Herren R.-R. Dr. Holthaus, Kustos am Wiener Hofmuseum und G. I. Paganetti-Vöslau, in liebenswürdigster Weise ausgeführt. Beiden Herren verdanke ich auch die umfangreiche Quellenunterlage, die ich im folgenden bringe:

Ältere Angaben über Apion virens Herbst.

1. Frauenfeld (Verhandlungen der zool. bot. Ges. 1866, S. 63, Wien) berichtet: „*Apion virens* H. lebt gleichfalls wie *Apion seniculus* Kirby als Larve und Puppe in den Stengeln von *Trif. pratense* L.; ich kann jedoch deren Larve und Puppe nicht beschreiben, da ich, obwohl ich sämtliche, noch in Zucht befindlichen Stengel des Wiesenklees zerschnitt und untersiebte, unter vielen dem *Apion seniculus* angehörige Larven und Puppen keine dem *Apion virens* K. entsprechende fand."

Also bereits Frauenfeld fand Larve und Puppe von *Apion virens* nicht in den Stengeln. Diese Tatsache hätte zum Nachdenken anregen sollen. Die Larven lebten eben nach unseren Feststellungen im Herzteil. Von dieser Anmerkung Frauenfelds geht dieser Fehler in die Angaben aller übrigen Bearbeiter über und wurde scheinbar bis heute noch nicht nachgeprüft.

2. Louis Bedel gibt in seinem großen Werke: Faune de celeoptère du bassin de la Seine, Tome VI, Paris 1888, S. 377, gleichfalls Frauenfeld als seinen Gewährsmann an und sagt, daß nach diesem Autor die Larven von *Apion virens* in den Stengeln des Rotklees beobachtet wurden; Verbreitung Europa und Nordafrika.

3. Hans Wagner (Coleoptera-Fam. Curculionidae, subf. Apioninae 1912 Berlin) bringt in seiner Monographie der Subfamilie der Apioninen einen reichen Beitrag zur Lebensgeschichte und Verbreitung der Gattung *Apion*; wir entnehmen für unsere Zwecke aus der Lebensgeschichte das Wichtigste: S. 35. Die Paarung vollzieht sich in den meisten Fällen an der Futterpflanze. Entweder kurz nach der Paarung, in einzelnen Fällen schon wenige Stunden nach derselben, anderseits wieder nach längerer Frist schreitet das Weibchen an das Brutgeschäft. Das Weibchen von *Apion miniatum* kriecht träge am Stamm der Pflanze ganz knapp am Erdboden, um den obersten Teil der Wurzel anzubohren, meist an 2—3 verschiedenen Stellen, legt die Eier daran, aus denen bald das Lärvchen in die Tiefe bohrt. Dem entwickelten Tiere dienen ausschließlich die Laubblätter ihrer Nährpflanzen zur Nahrung, die dann siebartig zerfressen werden. Gewisse Arten verkriechen sich an den Wurzeln ihrer Nährpflanzen bis zu ansehnlicher Tiefe in den Boden. Viele Arten sind monophag, andere polyphag. Bei den Larven können zwei Haupttypen unterschieden werden: a) Larve mit starker Krümmung, in Samen lebend, b) Larven mit langer Gestalt im Mark und anderen Pflanzengeweben; ihr Kopf ist dunkelbraun, schwärzlich, seltener rötlichgelb und gelbbraun. Die Puppen haben im ersten Stadium der Entwicklung überall gleiche Färbung, wie die Larven; die Ausfärbung der Puppen findet erst allmählich statt. Erst wenn der übrige Körper hart ist, beginnt die Ausfärbung und Erhärtung der Flügeldecken.

Die Apioninen besitzen eine große Anzahl von Feinden aus dem Reiche der Hymenoptera, besonders sind es die Vertreter der Chalcididen (Schlupfwespen), welche die Apionbrut in erschreckendem Maße dezimieren; in gewissen Fällen waren bis 80% dem Parasitismus zum Opfer gefallen.

Unter den Nährpflanzen der Apioniden nehmen die Leguminosen eine wichtige Stelle ein. Hauptsächlich dienen die Samen dieser Pflanzenfamilie den Larven zur Nahrung; in seltenen Fällen sind es Stiele, deren äußere Gewebepartien oder deren Mark aufgezehrt werden.

Zur Verbreitung von *Apion virens* H. und seinen Unterrassen gibt Wagner als Heimat an: Algier, Syrien, Europa und Sibirien und unterscheidet folgende Unterrassen: *Virens — aeneocephalum*, *marchicum* var. *atratulum — tristiculum*; var. *coeleste*, var. *violatum*. Biologie: Frauenfeld 1866 Wien.

4. Sorauer (Handbuch der Pflanzenkrankheiten 5. Band, Berlin 1928, 4. Auflage, S. 259—261) weiß von *Apion virens* H. nur zu berichten, daß die Larve in den Stengeln von *Trifolium pratense* vorkommt. Der Schaden der Käfer ist selten größer, der der Larven häufiger.

5. Kirchner O. (Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Stuttgart 1906, S. 202) gibt *Apion virens* als Schädling der Wurzeln überhaupt nicht an.

Dieser kurze Überblick über die bisherigen Arbeiten in der Gattung Apion zeigt bereits, daß diese Gattung wenigstens für das Gebiet der angewandten Zoologie und für den Pflanzenschutz noch immer nicht in dem erwünschten Umfange bearbeitet ist.

Im Folgenden soll eine kurze Lebensgeschichte des grünlichen Spitzmäuschens wiedergegeben werden, soweit sie der Verfasser nach seinen bisherigen Beobachtungen festlegen konnte, weiter auch auf die wirtschaftlichen Schäden hingewiesen und schließlich die Verbreitung und Bekämpfung berücksichtigt werden.

Lebensgeschichte.

(Ausgewachsene Larven, halbfertige und fertige Käfer, Fraßstücke von Larven und Käfern befinden sich als Belegstücke im Landesmuseum in Linz a. D.; genaue systematische Beschreibung bei H. Wagner, wie oben angeführt.)

Die elfenbeinweißen, fast fußlosen Larven werden in ausgewachsenem und gestrecktem Zustande bis zu 3—3,5 mm groß, sind in 9 (10) Leibsegmente abgeteilt und haben einen lichtbraunen Kopf. Sie sind somit von langer Gestalt und Ausformung des Leibes; dieser Bau macht sie für den Aufenthalt in größeren Gewebteilen, nicht aber für einen Aufenthalt in Sämereien geeignet. Sie schlüpfen aus Eiern, welche entweder unmittelbar an einen Stengel, an den oberen Sprossenkegel oder an den Wurzelhals gelegt werden, und bohren dabei entweder durch einen abgemähten Stengel oder unmittelbar vom Sprossenkegel gegen das Herz des Kleestockes. Dort trifft man bereits die winzigen, bis 1 mm großen Larven Ende September bis in den November hinein an den jungen Kleebeständen. Zum Zwecke der Überwinterung scheinen sie zunächst in der Pfahlwurzel abwärts zu bohren und dort die kälteste Zeit zu verbringen. Bereits im April und Mai findet man die fressenden Larven wieder weiter oben im eigentlichen Herz der Pflanze, das sie immer stärker aushöhlen, immer mehr die Leitbahnen und Gefäße zerstörend. Der Fraß der Larve ist somit gekennzeichnet durch eine mehr oder minder große Höhle (Kammer) im Sprossenkegel mit einem Durchmesser von oft bis 10 mm, im Innern mit Kotresten ausgefüllt (s. Abb.). Gewöhnlich sitzt in einem Kleestocke nur eine Larve, häufig aber auch 2—3 Stück, welche das Werk der Zerstörung der Wirtspflanze selbstverständlich beschleunigen. Bei Beginn der Roggenreife, bei uns in Oberösterreich anfangs Juli, machen die Larven ein kurzes Puppenstadium durch, denn beim ersten Roggenschnitt findet man bereits die ersten, weichen Käfer, ganz selten aber die Puppe; der Übergang von der Puppe zum halbfertigen und fertigen Käfer kann nur einige wenige Tage dauern, denn in dem Augenblick, wo der Winterroggen in Mandeln steht, der Weizen- und Gerstenschnitt einsetzt, wird es in den Fraßhöhlen der Kleestöcke lebendig, die Käfer verlassen sehr rasch ihr dunkles Verließ, in dem sie vom Herz der Pflanze entweder unmittelbar aus dem Sprossenkegel sich herausfressen oder schließlich durch einen hohlen Stengel an das Tageslicht gelangen. Diese Abwanderung der fertigen Käfer erfolgt so rasch, daß man bei Zuwarten von einigen wenigen Tagen nur mehr leere Fraßkammern vorfindet, wo noch vor einer Woche im Kleebestande nur Larven zu fangen waren. Dieser Umstand war auch die eigentliche Ursache, daß der Verfasser durch 2 Jahre hindurch aus den Höhlen heraus keine fertigen Käfer unmittelbar herausschneiden konnte, weil er den richtigen Augenblick vor der Abwanderung versäumte.

Der Übergang von der Puppe zum fertigen Käfer erfolgt in der Weise, daß zuerst die Füße und der Rüssel, sodann Hals- und Bruststück, zuletzt aber erst die Flügeldecken erhärten. Die fertigen Käfer haben eine Größe bis zu 3,5 mm, schillern lebhaft grünlichblau, haben einheitlich samtschwarze Beine und Oberschenkel. In der Mitte des überaus feinen Rüssels sind die 11gliedrigen Fühler eingesetzt, welche in einer Keule endigen. Der Fraß des fertigen Käfers ist an Blättern und Stengeln leicht daran erkennbar, daß kleine runde Löcher gebissen werden, in denen die

A Fraß, *B* Larve, *C* Imago von *Apion virens* Hbst.

feineren Blattnerven und Gefäße siebartig stehen bleiben; die Fraßlöcher erreichen höchstens den Durchmesser von 3—5 mm. Die fertigen Käfer besitzen eine mittlere Flugfähigkeit, die trotz ihrer Kleinheit genügt, um die in der Nachbarschaft sich befindlichen jungen Rotkleebestände, welche eben durch die Ernte im Juli von der Überfrucht befreit wurden und darum in besonders zartem, jugendlichem Zustande sich befinden, anzufliegen und dort die Eier abzulegen. Diese Arbeit scheint bei uns, in Oberösterreich wenigstens, Ende Juli beendet zu sein. Die Käfer selbst gehen scheinbar nach der Eiablage entweder rasch zugrunde, oder verkriechen sich vielleicht — wie Wagner meint — längs der Pfahlwurzel

des Rotklees tief in die Erde, um dort zu überwintern. Tatsache ist nur, daß im Spätherbst (Mitte September bis Ende Oktober) noch niemals eine neue zweite Generation angetroffen wurde, woraus sich vielleicht der Schluß ableiten ließe, daß bei uns jährlich nur eine Generation möglich ist. Das Wesentliche an der Beobachtung des Verfassers ist aber die Feststellung, daß das Erscheinen des fertigen Käfers außerordentlich scharf an die Ernte- und Reifezeit des Winterroggens gebunden ist, eine Zeit, welche durch das unmittelbare Aufeinanderfolgen des Schnittes sämtlicher übrigen Getreidearten für die Eiablage und das Einbohren der jungen Larven ganz besonders günstig ist, da die von der Überfrucht befreiten Kleepflanzen zu dieser Zeit eine besonders weiche und zarte Epidermis besitzen. Bei stärkerer Belichtung erhärten die jungen Sprosse der Kleebestände später sehr rasch.

Der Entwicklungsrhythmus des Schädlings ist also in unserem Falle ganz besonders scharf an einen ungünstigen Entwicklungsrhythmus der Wirtspflanze angepaßt, eine Erscheinung, welche erst durch die Kultur des Rotklees hervorgerufen zu sein scheint. Es konnten sich nur jene Stämme (Unterrassen) des *Apion virens* stark und rasch vermehren, welche den Entwicklungskreis als fertiger Käfer im Augenblick der Reife und Ernte unserer Getreidearten abschließen und die aus den Eiern gekrochenen jungen Larven die jungen Rotkleepflanzen gerade im schwächsten Zustande unmittelbar nach der Abernte der Überfrucht befallen konnten.

Diese Anpassung von Schädlingen an Wirtspflanzen scheint in unserem Lande durch eine besondere Unterrasse des Spitzmäuschens ganz besonders stark ausgeprägt zu sein, denn sonst wäre es kaum möglich, daß unsere Rotkleebestände beim zweiten Kleeschnitte bis zu 80% der Fläche absterbende und kränkliche Pflanzen aufweisen. Besonders stark werden Rotkleebestände in der Nähe von sogenannten Hauswäldern und Augehölzen angefallen, wo die Schädlinge auch an andern Kleearten oder Leguminosen zusagende Wirtspflanzen finden können. Denn es ist bis heute unbekannt, ob das grünliche Spitzmäuschen nur monophag an dem Rotklee bleibt oder auch andere Kleearten angeht.

Der angerichtete Schaden läßt sich ziffernmäßig in dem von uns später genannten Gebiete kaum genau angeben, aber zahlreiche Schätzungen in den einzelnen Feldern lassen Werte von 20—80 und 90% der gesamten Fläche als vernichtet aufscheinen. Das sind aber schon Zahlen, welche wirtschaftlich schon ganz empfindliche Schäden bedeuten und eine gut überlegte Abhilfe herausfordern. Bisher festgestellte Verbreitungsgebiete mit verheerenden Schäden:

Das Einzugsgebiet der o. ö. Traun (also das gesamte Kremstal im Osten bis zur Enns, die Traun von Linz bis Gmunden, das Agertal bis zum Attersee, südlicher Hang des Hausruckes). Das ganze Hausruckviertel, wahrscheinlich auch Innviertel (rechtes Innufer), sicher auch linkes Ufer in Bayern (von Salzburg bis Passau). Wahrscheinlich der ganze Nordhang der deutschen Alpen.

Bekämpfung und Abhilfe.

Die im Sorauer angegebenen Bekämpfungsmaßnahmen, wie Absammeln der Käfer mit Streifnetzen, Abklopfen, rechtzeitige Vernichtung der Larven enthaltenden Pflanzen oder Pflanzenteile sind für größere Flächen undurchführbar und unwirksam.

Wirkliche Abwehrmaßnahmen dagegen sind: 1. Verwendung nur von bodenständigem Kleesaatgut; die einheimischen Typen sind widerstandsfähiger. 2. In besonders starken Befallsgebieten nicht reine Rotkleeschläge, sondern Kleegrasmischungen anlegen. 3. Verwendung von frühreifen Getreidesorten, welche sehr früh das Feld räumen, damit die Kleepflanzen gerade nach dem Abernten der Überfrucht rasch erstarken. 4. Biologische Bekämpfung. Die Forschung muß zunächst die parasitären Schlupfwespen ausfindig machen, welche bereits Wagner erwähnt, um gegebenen Falles die natürlichen Feinde des grünlichen Spitzmäuschens künstlich so zu vermehren, daß sie den Schädling in erträglichen Grenzen halten.

Zur Biologie der Anopheles maculipennis Mg.

Von

A. W. Masslow.

(Aus den Arbeiten der entomologischen Abteilung der Tomsker Malaria-Station.)

Die Monatsberichte der Entomologen W. W. Wnukowski und E. A. Pletnjew nachsehend, sowie die Untersuchungszusammenfassungen über die Winterungsstellen der Mücken in den Jahren 1924/25/26/27/28, habe ich mich eine interessante Tatsache bemerkt, die mich zu einer Reihe von Versuchen und Beobachtungen veranlaßte. Es geht eben davon, daß bei Untersuchungen der Überwinterungslokale im Anfang und deren Mitte des Winters (Monate: Oktober—Februar) wurden die Mücken besonders an der Decke der Räume, während destonäher zum Frühling (März, April) schon hauptsächlich an den Wänden näher zum Fußboden ausgefunden.

Zweckprüfung dieser Erscheinung führte ich im November 1928 in 2 Mückenüberwinterungsstellen mit einer großen Anzahl Insekten jede 10—15 Tage reguläre Beobachtungen aus, dabei wurde immer die Temperatur (anfangs bloß in dem oberen Teile des Raumes, dann auch in der Nähe des Bodens) der Zustand der Mücken usw. In dem angeführten Tagebuch werden wir in Betracht gezogen (bedingungsweise), die Temperatur des oberen Teiles der Überwinterungsstellen durch t°p, die des unteren Teiles durch t°b bezeichnen.

Tagebuch der Beobachtungen.

Überwinterungsstelle Nr. 1.

Stadt Tomsk, niedriger sumpfiger Ort, im Frühling von den aus Ufern heraustretenden in der Nähe (100—150 m) gelegenen Seen überschwemmt. Da befindet sich ein hölzerner Keller, der ungefähr 2 m hoch ist und einen Flächeninhalt von annähernd 60 m hat. Der Keller ist durch eine Scheidewand (einen Bretterverschlag) in 2 gleiche Teile abgeteilt, in einem von deren ein kleines Fensterchen vorhanden ist und Hausvögel untergebracht sind (Hühner, Gänse); der zweite dunkle Teil ist hauptsächlich von Mücken bewohnt, deren Zahl über 1000 beträgt (außer ♀♀ *Anopheles maculipennis* Mg. sind keine anderen Insekten da).

Der Fußboden des Kellers ist aus Erde, oben sind Wohnräume.

21. XI. 28. t°p = + 7° C. Die Mücken halten sich unbeweglich in den Ecken, unter der Decke und an der Decke auf. An den Wänden (jedenfalls aus einem Abstand von 20—30 cm von der Decke und niedriger) keine Mücke da. Der Fettkörper ist gut entwickelt. Beim Herannähern des Lichtes fliegen sie träge aus und setzen sich an die Decke, sich dicht an sie drückend.

7. XII. 28. t°p = + 6° C. Die Mücken ohne Änderung.

29. XII. 28. t°p = + 4° C. Ebenso.

10. I. 29. t°p = + $3^1/_2$° C. Ebenso.

20. I. 29. t°p = + 3° C; t°b = + 1° C. Die Hauptmenge der Mücken sind wie vorher an der Decke und in den Ecken unter der Decke. An der Wand 50 cm unter der Decke 4 Mücken bemerkbar. Beim Heranrücken vom Lichte überflogen sie auf die Decke.

3. II. 29. t°p = + 6° C; t°b : + 4° C. Die Mücken ohne Änderung. Eine unbedeutende Zahl ihrer (bis 10 Exempl.) sitzt an der Wand und vom Lichte überfliegt an die Decke.

18. II. 29. t°p = + 7° C; t°b = + 5° C. An der Wand sind 34 Mücken aufgefunden worden, die beim Herannähern des Lichtes sich teilweise an die Decke, teilweise an die Wand setzen. Die Hauptmenge sitzt parallel zur Oberfläche und bloß eine unbedeutende Zahl unter einem Winkel zu ihr.

5. III. 29. t°p = + 7°. C; t°b = + 5° C. An der Wand ungefähr 100 cm von der Decke sind 26 Mücken vorgefunden worden.

21. III. 29. t°p = + 8° C; t°b = + 5,5° C. An der Wand sind 164 Mücken. Sie sind in Bewegung, setzen sich an die Wand und Decke unter Winkel zu deren Oberfläche.

3. IV. 29. t°p = + 12° C; t°b = + 6° C. Die Mücken halten sich an der Wand, hauptsächlich an ihrem unteren Teile (bis 50 cm höher des Bodens) auf. An der Decke und den Ecken bis 100 Mücken aufgefunden. Beißversuche nicht beobachtet.

14. IV. 29. t°p = + 11° C; t°b = + 10° C. Fast alle Mücken sind an der Wand. Es wurden Versuche zum Blutsaugen beobachtet, jedoch greifen sie die sich selbst aufhaltenden Vögel nicht an und verlassen nicht den dunkeln Teil des Kellers.

28. IV. 29. t°p = + 13° C; t°b = + 10° C. Die Zahl der Mücken an den unteren Teilen der Wände ist sehr gering (weniger als 100).

3. V. 29. t°p = + 13° C; t°b = + 10° C. Keine Mücken.

Überwinterungsstelle Nr. 2.

Stadt Tomsk. Niedriger nördlicher Teil der Stadt. Ringsum eine Menge von Seen. Als Mückenüberwinterungsstelle wurde hier ein dunkler Hauskeller bis $1^1/_2$ m in die Höhe und eines Flächeninhaltes von 40 m

gewählt, der während der Frühlingseisschmelze vom Wasser überschwemmt wird. Ihm schließt sich ein zweiter Keller an, vom ersten durch eine mehrspaltige Bretterwand geschieden.

Die Beobachtungen werden eben im ersten, der sehr schmutzig ist, durchgeführt. Dort ist viel Spinngewebe und eine große Zahl Mücken (♀♀ *Anopheles maculipennis* Mg). Culex pipiens L. fehlen auch hier, wie es der Fall im ersten Mückenlokale war, ist aber eine Menge der Tipulidae da.

2. XI. 28. t°p = + 11° C. Die Mücken sind an der Decke bewegungslos. Sitzen sich hart an die Oberfläche drückend. Vom heranrückenden Lichte fliegen sie träge auf.

7. XII. 28. t°p = + 3° C. Die Mücken sind bewegungslos. An den unteren Teilen der Wände ein Schneeanflug.

20. XII. 28. t°p = 0° C. Mücken ohne Änderung.

20. I. 29. t°p = — 2° C; t°b = — 4° C. Die Mücken sind an der Decke und den Ecken auf den Spinngeweben. An der Wand 3 Mücken gefunden (im oberen Teile des Lokals). Im unteren Teile ein Schneeanflug. *Tipulidae* sind im ganzen Raume zerstreut.

3. II. 29. t°p = — 2° C; t°b = — 3° C. Ohne Änderung; die an den Wänden sitzenden Mücken fliegen vom herannähernden Lichte auf.

18. II. 29. t°p = 0° C; t°b = — 1° C. An den Wänden sind 31 Exemplare aufgefunden, die auf Licht sehr schwach reagieren.

21. III. 29. t°p = + 6° C; t°b = + 4° C. Die Mücken sitzen an den Wänden (über 200 Exempl.), an deren unterem Teile. Vom herannähernden Lichte fliegen sie auf und setzen sich wieder unter Winkel zur Fläche. Kein Schneeanflug an den Wänden.

26. III. 29. t°p = + 8° C; t°b = + 8° C. Die Mücken ohne Änderung. Es wurde eine Desinfektion mittels Tabakrauches durchgeführt (30 g auf 1 m).

1. IV. 29. t°p = + 10° C; t°b = + 8° C. Aus dem benachbarten Lokale, wo keine Desinfektion stattfand und die Luftlöcher offen blieben, sind gegen 100 Mücken hineingeflogen und nahmen an den unteren Teilen der Wände Platz. Es wurden Versuche beobachtet, Blut zu saugen, wie auch keine seltene Ausflüge in Wohnräumen, worauf sich die Einwohner beklagten.

16. IV. 29. t°p = + 10° C; t°b = + 10° C. Die Mücken sind sehr rege, ihre Zahl hat sich bemerkbar verringert. Besetzen die unteren Teile der Wände. Im Hofe wurde eine fliegende ♀ *Anopheles maculipennis* Mg bemerkt (bei der Temperatur der äußeren Luft t° = + 13° C).

29. IV. 29. t°p = + 10° C; t°b = + 9° C. Ganz wenig Mücken (etliche Exemplare) am unteren Teile der Wände.

8. V. 29. t°p = + 8° C; t°b = + 8° C. Keine Mücken. Der Hauskeller teilweise überschwemmt.

Durch diese Beobachtungen wird die Tatsache der Übersiedelung der Mücken, während des Winters, von der Decke zur Diele völligst bestätigt. Dasselbe besagt auch die Tabelle Nr. 1, in die die Ergebnisse der Untersuchungen in Überwinterungslokale während der Jahre 1926—27 und 1928—29 eingetragen sind.[1])

Tabelle Nr. 1.

Die Verteilung der Mücken in Überwinterungslokale.

Monat	Jahr 1926—27			Jahr 1928—29		
	Zahl der Lokale	Lokale mit Mücken		Zahl der Lokale	Lokale mit Mücken	
		im unteren Teile %	im oberen Teile %		im unteren Teile %	im oberen Teile %
Oktober	—	—	—	7	14,3	85,7
November . . .	13	30,8	92,3	25	24,0	88,0
Dezember . . .	23	39,1	69,5	6	16,7	100,0
Januar	—	—	—	15	33,3	93,3
Februar	—	—	—	29	41,4	62,1
März	5	60,0	40,0	46	93,5	32,6
April	20	90,0	25,0	64	96,9	32,8
Zusammen	61	54,1	42,6	192	66,6	53,1

Anfangs hielten wir die Temperaturänderungen in oberen und unteren Teilen der Lokale für die Ursache, die die Mücken zur Übersiedelung bewegt, aber einige literarische Äußerungen[2]) in Betracht ziehend sowie meine eigene Versuche die die Ausspruchslosigkeit der Mücken zu Temperaturbedingungen bezeugen, wie auch das Tagebuch nachgehend, wo kein Zusammenhang zwischen der Aufhaltungsstelle der *Anopheles maculipennis* Mg. und Temperaturveränderungen sich bemerkbar macht, darf man auf die Erklärung der Überwanderung der Mücken nach unten durch Temperaturerscheinungen versichert sein. Diese Frage bleibt noch zurzeit offen.

Jedoch halte ich es nicht für überflüssig folgende Erwägungen hier mitzuteilen. Seit Herbst im Streben, die literarischen Hinweise auf die große Bedeutung der Feuchtigkeitsprozente für die überwinternden Mücken, zu prüfen, nahm ich einige Male auf die Untersuchungen ein Hygrometer mit, und maß die Feuchtigkeit im oberen und unteren Teile des Lokales aus. Dabei wurde Anfang und Mitte Winter eine größere Feuchtigkeit an der Decke, zur Frühlingszeit umgekehrt am Fußboden[3]) beobachtet.

[1]) 1927—1928 ist nicht berücksichtigt, weil die Zahl der Mücken dann gering war. Bloß in 13 Lokalen.

[2]) Der Schtscherbakow. Ruß. Zeitschr. für Tropische Medizin, Nr. 7, 1927, S. 429. — Marzinowski, Ruß. Zeitschr. für Tropische Medizin, Nr. 2, 1928, S. 122.

[3]) Im Dezember bei t° + 4° C war die Feuchtigkeit oben 80%, unten 65%
„ April „ t° + 10° C „ „ „ „ 70 „ „ 85 „

Zum Bedauern fehlte mir ein tragbarer Hygrometer[1]) und so wurde ich verhindert, die Feuchtigkeitsveränderungen in den Überwinterungsstellen Nr. 1 und 2 zu beobachten.

Zwecks die Wirkung der Feuchtigkeit auf die winternden Mücken aufzuklären, wurden Versuche mit normaler (65%), erhöhter (90%) und erniedrigter (35%) Feuchtigkeit angestellt. In gleiche, dem Volumen nach gläserne Büchsen wurden Mücken, aus einem Überwinterungslokale entnommen, gesetzt. Die Erhöhung der Feuchtigkeit wurde durch mit Wasser benetztes Stückchen Watte, die Verminderung mittels $CaCl_2$, das auf den Boden des Gefäßes gelegt, von den Mücken isoliert und einmal in 10 Tagen gewechselt wurde, erzielt.

Außer Feuchtigkeit waren alle übrigen Bedingungen für die drei Mückenbehälter ganz gleich, d. h. die durchschnittliche Temperatur = — 5° C (Schwankungen zwischen — 15° C bis + 5° C), das Lokal dunkel, ohne Luftzüge. Feuchtigkeitsmessungen wurden einmal während 10 Tage mit Hygrometer durchgeführt.

Die Ergebnisse der Versuche, durch die Tabelle II dargestellte, geben genügenden Grund zum Urteilen über die Wirkung der Feuchtigkeit auf die überwinternden *Anopheles maculipennis* Mg., und falls die künftigen regulären Beobachtungen.

Tabelle II.

Die Wirkung der Feuchtigkeit auf die winternden *Anopheles maculipennis* Mg.

Dauer der Versuche	Nr. der Mücken-behälter	Feuchtigkeit %	Zahl der ♀♀ Anopheles maculipennis	Größte Lebensdauer	Durchschnittliche Lebensdauer
Januar—April .	2	65	22	47 Tage	24,4 Tage
Januar—April .	8	90	16	82 „	56,4 „
Januar—April .	9	35	10	24 „	12,5 „

Werden die Änderungen der Feuchtigkeit im oberen und unteren Teile des Raumes im Verlaufe des Winters bestätigt, so wird man die Übersiedelung der Mücken von der Decke an die Wände eben mit der Feuchtigkeitsliebe der Mücken erklären können.

Tomsk, August 1929.

[1]) In meinen Messungen benutzte ich einen Hygrometer des Sibirisch. Technolog. Instituts, wofür ich meinen besten Dank dem Dozent F. Belyschew darbringe.

Title only

Zur Frage der geographischen Herkunft der Mehlmotte (Ephestia kühniella Zell.).

Von

Prof. **A. G. Lebedev.**

Das rätselhafte und fast plötzliche Auftreten dieses Schädlings in Europa beschäftigt bis jetzt manche Entomologen. Sie haben mehrfach versucht und versuchen auch noch jetzt den Beweis zu führen, daß er in Europa schon lange Zeit existiert hat und daß die Nester der Hummeln und anderer Bienen, insbesondere angeblich die Stöcke der Honigbiene, seinen ursprünglichen Aufenthaltsort vorstellten. So ist z. B. Walter Fölsch (1) bestrebt, in einem ganz kürzlich erschienenen Aufsatz die alte Anschauung mancher Autoren wiederherzustellen, wonach *E. kühniella* ein Insekt sei, daß seine frühere Lebensweise und Ernährung durch Honig in Bienennestern mit Mehl in Mühlen vertauscht habe. Er glaubte in der klassischen Arbeit Rösel von Rosenhofs, „Insekten-Belustigungen" (1755) sowie in den Werken Swammerdamms und Reaumurs unumstößliche Bestätigungen dieser Ansicht gefunden zu haben. Beim Lesen der von ihm angeführten „Beweise" aus den angegebenen Quellen ist es jedoch unschwer zu erraten, daß Rösel unter dem Namen „Wolff" nichts anderes als die gemeine Wachsmotte (*Galleria melonella*) beschrieben hat.

In der Tat fand dieses offenkundige Mißverständnis berechtigten Einspruch seitens Herings (2), der behauptet, daß die erwähnten Autoren ohne alle Zweifel unter dem Namen „Bienenschaben" und „Wolff" die gewöhnlichen Bienenstockbewohner: *Galleria melonella* und *Achroia grisella* beschrieben haben.[1]) Hiermit kann das Mißverständnis aber noch nicht als erschöpft angesehen werden. In einem so verbreiteten Werk über Bienenzucht, wie dasjenige Roots (3) finden wir von neuem die Behauptung, daß die „mediterranean flour moth" zuweilen in schlecht gehaltenen Bienenstöcken vorkommt, wo sie durch Beschädigung der Waben schade. Auf Seite 535 sehen wir sogar die photographische Aufnahme eines Rahmens mit Waben, die durch Nester angeblich dieser Motte verunreinigt sind. In der Tat aber bleibt auch in diesem Falle kein Zweifel,

[1]) In den Nestern der Hummeln und Wespen lebt auch *Aphomia sociella* L.

daß der Urheber des Schadens die kleine Wachsmotte (*Achroia grisella*) war. Alle Versuche, die Mehlmotte mit Bienen in Verbindung zu bringen, um ihre Herkunft aus Bienenstöcken zu beweisen, können also nicht im geringsten als gelungen angesehen werden. Viel wahrscheinlicher erscheint, daß diese Motte von jeher ein Schädling der Mehlprodukte gewesen ist, der sich an diese Nahrung bereits im Morgengrauen menschlicher Kultur angepaßt hat, als der Mensch begann Getreide zu bauen und als Nahrungsmittel zu verwenden. Wir nehmen an, daß diese Frage nicht ohne Interesse ist und daß ihre Behandlung uns vielleicht der positiven Lösung mehr oder weniger nahe bringen wird. Daher wollen wir versuchen, die Literatur über *E. kühniella* einer kritischen Durchsicht zu unterziehen. Das ist auch noch in anderer Hinsicht wichtig, weil es uns vielleicht die Möglichkeit geben wird, den schweigsamen Streit zu beendigen, der zwischen den europäischen und amerikanischen Entomologen herrscht. Bekanntlich ist bei uns die Meinung weit verbreitet, daß die Mehlmotte aus Amerika nach Europa gelangt ist, während die Amerikaner sie direkt „die mediterrane Mehlmotte" nennen.

Bei dieser Gelegenheit ist es wohl nicht überflüssig einige Worte zugunsten des alten Namens dieser Motte zu sagen. In neuerer Zeit findet man in unserer Literatur die angewandte Entomologie häufig den Namen „Speicherzünsler" (russ. „Ambárnaja ognëvka"). Obgleich diese Bezeichnung die Zugehörigkeit des Schädlings zur Familie der Zünsler deutlicher zum Ausdruck bringt, kann sie doch nicht als gelungen bezeichnet werden, da der Zusatz „Speicher-" nicht dem Hauptaufenthaltsort der Motte entspricht, denn das Tier vermehrt sich ja vorwiegend nicht in Speichern, sondern in Mühlen, von wo aus es sich weiter verbreitet. Der Name „Zünsler" sagt nur Entomologen einiges, fürs Volk bleibt er unverständlich und kann sogar zu Mißverständnissen führen, weil er auf geheimnisvolle Art mit dem Begriff „Feuer" (russ. „Ogonj") assoziiert. Meiner Meinung nach muß daher der alte Name, der bei uns zuerst von Lindemann gebraucht worden ist, als ein mehr dem Volksmund entsprechender und verständlicherer beibehalten werden, um so mehr als das englische „flour moth" und das deutsche „Mehlmotte" genau der russischen Benennung „Mutshnája molj" entsprechen.

Versuchen wir also, uns an Hand der uns zugänglichen Literatur sowie einiger logischer Folgerungen in der Frage über die Herkunft der Mehlmotte zurechtzufinden.

Dieser Schädling erschien in Westeuropa ganz plötzlich. Mit fast blitzartiger Geschwindigkeit zeigte er sich an verschiedenen Stellen und trat ebenso plötzlich in Amerika in Erscheinung. Hiermit hatte seine Verbreitung aber noch kein Ende gefunden. Während eines Zeitraumes von nicht mehr als 25 Jahren wurde er zum richtigen Kosmopolit und ist heute in Australien und am Cap der Guten Hoffnung ebenso gemein wie in Europa und Amerika.

Das erste Auffinden der Mehlmotte in Europa und zwar in Deutschland fällt ins Jahr 1877. In diesem Jahr erhielt Zeller sowohl Imagines als auch Raupen dieser Motte von Kühn, dem bekannten Agronomen und Entomologen, Direktor des landwirtschaftlichen Laboratoriums der Universität Halle.[1]) Der Falter erwies sich als neue Art und seine Beschreibung wurde von Zeller in der Stettiner Entomologischen Zeitung, 1879, S. 466 veröffentlicht. Schon hier spricht Zeller die Vermutung aus, daß das Insekt aus Amerika nach Europa verschleppt worden sei. Etwas später wurde die Mehlmotte von Snellen in Holland gründlich untersucht; seine erste Arbeit über die Mehlmotte erschien im Jahr 1881 (4), die zweite, umfangreichere, im Jahre 1885 (5). Fast zur selben Zeit richtete das Insekt starke Verwüstungen in einer Makaronifabrik in Belgien an, wovon die Arbeit Preudhomme de Borres (6) Zeugnis ablegt; auch dieser Autor kommt zum Schluß, daß das Insekt mit Getreide aus Amerika nach Belgien gelangt sei.

Im selben Jahre erschien die Notiz von Karsch (7) über das Auffinden der *E. kühniella* in verschiedenen Gegenden des unteren Rheinlandes, die angeblich ebenfalls mit amerikanischem Weizen hierher verschleppt worden sei.

Im Jahre 1887 beginnen die Beobachtungen zuerst der englischen, dann der amerikanischen Entomologen über die Mehlmotte. Die erste Notiz stammt von Tompson und betrifft ihr Auftreten in England an Reis, der im Oktober 1886 erhalten wurde; zu gleicher Zeit beschrieb Tutt (8) ihre Lebensweise und die in Mehldepots in den Häfen Londons angerichteten Verwüstungen. Dieser Autor hatte es mit Material zu tun, das von Cockerell stammte; dieser hatte den Schädling selbst in den erwähnten Depots gesammelt und demonstrierte sogar Raupen während einer Versammlung der Londoner Entomologischen Gesellschaft im Juni 1887. Entsprechende Nachforschungen ergaben, daß dieselben mit Mehl aus Amerika nach Triest und von dort nach London gereist waren. Später stellte jedoch Cockerell (9) fest, daß obwohl diese Raupen sich tatsächlich in amerikanischem Mehl fanden, dieses letztere in Triest in Speichern gelagert hatte, die bereits stark mit diesem Schädling infiziert waren.

Im selben Jahr (1887) veröffentlichte Klein (10) seine Beobachtungen an *E. kühniella*, deren Raupenkolonien er in einigen größeren Depots Londons entdeckt hatte. Eins von diesen Depots war buchstäblich mit Raupen angefüllt, die Mehl im Werte von mehreren Hundert Pfund Sterling vertilgt hatten. Bei diesem Autor finden wir zum erstenmal Hinweise auf eine parasitische Schlupfwespe, nämlich *Bracon brevicornis* Wesm., die den Schädling im Laufe des Monats September vernichtete. In späteren

[1]) Interessant ist, daß manche Autoren, die über *E. kühniella* schrieben, wie z. B. Danysz und Koerner ihn einfach für einen „unbekannten" Müller namens Kühn hielten. Ebenso ist die falsche Transkription des lateinischen Namens der Motte „küehniella" statt „kühniella" — was den Familiennamen Kühn nicht entstellt — zu beachten.

Notizen, die im gleichen Jahre erschienen, berichtet Klein ausführlich über eine Mehlpartie aus Triest, die mit Mehlmotten infiziert war, und über denselben Parasiten, wobei er gleich Cockerell die Ansicht über Einschleppung des Schädlings aus Triest und nicht aus Amerika vertritt.

Seitdem hat *E. kühniella* in England festen Fuß gefaßt und 1888 konstatierte Ormerod (11) ihre verwüstende Tätigkeit in Nordengland, wo die Raupen in einer Mühle die Läuferaugen und Maschinen mit ihrem Gespinst verstopft hatten, so daß der Mehlstrom ganz ins Stocken geriet. In späteren Berichten registriert Ormerod weitere Eroberungen der Mehlmotte trotz der gegen sie unternommenen kostspieligen Bekämpfungsmaßregeln.

Bis 1889 wußte man in Nordamerika nichts über *E. kühniella*. Noch im Jahre 1885 wandte sich der deutsche Konsul in New York auf eine Anfrage seiner Landsleute in Deutschland hin über die in Amerika gegen diesen Schädling gehandhabten Bekämpfungsmittel an den Entomologen des Staates New York, Lintner, der ihm die Antwort gab, daß dieses Insekt in den Vereinigten Staaten bisher nicht bekannt sei, da in keiner einzigen Mühle ein Schädling beobachtet worden sei, dessen Lebensweise an *E. kühniella* erinnere.

Das erste Land in Amerika, das von *E. kühniella* heimgesucht wurde, waren jedoch nicht die Vereinigten Staaten, sondern Kanada, wo die Motte verheerend in einer großen Mühle in Ontario auftrat. Mit gewohnter Energie machten sich die Amerikaner an die Vernichtung des Schädlings. Die Mühle wurde außer Betrieb gesetzt, die Maschinen losgelöst und der Wirkung von Dampf ausgesetzt. Die leere Mühle wurde sorgfältig gesäubert und mit Schwefel ausgeräuchert, Wände und Decken gefegt und geweißt, die Elevatorenrohre, leeres Holzinventar, Säcke und andere Gegenstände im Werte von vielen Hundert Dollars verbrannt, die Schöpfer der Elevatoren ausgekocht und die wenig zugänglichen Teile der Maschinen mit Petroleumfackeln versengt. Ungeachtet der unternommenen Maßregeln verbreitete sich die Motte bald in anderen Mühlen und zwang das Sanitätsdepartement neue Maßregeln zu unternehmen. 1892 berichtet Cockerell über ihr Erscheinen in Kingston auf Jamaika. Er fand in Hafermehl Raupen, die er für *E. kühniella* hielt, eine Nachprüfung durch Ragonot in Paris ergab jedoch, daß sie einer anderen Art, nämlich *E. desuetella* Walk. angehörten.

Dieser falsche Alarm hinderte jedoch die echte *E. kühniella* nicht am Vordringen in die Vereinigten Staaten. 1892 wurde sie in Kalifornien konstatiert, 1895 im Staat New York und Pennsylvanien. Der damalige Entomologe von Illinois, Johnson (12) studierte die Frage gründlich und veröffentlichte 1886 eine ausführliche Arbeit, die bis heute eine der wichtigsten aus der Zahl der diesem Insekt gewidmeten geblieben ist. Danach begann die Mehlmotte sich auch in den anderen Staaten auszubreiten (Nord-Carolina, Alabama, New Mexiko, Colorado, Minnesota,

Missouri u. a.) und gegenwärtig wird in den Vereinigten Staaten wohl kaum eine Gegend zu finden sein, wo dieser Schädling nicht in größerer oder geringerer Menge auftritt. Was andere nordamerikanische Länder anbetrifft, so ist die Mehlmotte in Mexiko beobachtet worden, und in Südamerika in Chile, Kolumbien, Guiana und an einigen anderen Stellen.

Im Jahre 1899 berichtet Lounsbury (13) in einer Notiz über *E. kühniella* und *Acanthia lectularia* über das Vorkommen dieser Insekten am Cap der Guten Hoffnung, während Froggatt (14) über das Vorkommen der ersteren in Australien berichtet. Im Jahre 1886 entbrannte in der Zeitung „The Australian Miller" ein Streit über die Frage, ob dieser Schädling in den Mühlen Sidneys vorkomme. Das Departement der Landwirtschaft machte entsprechende Umfragen, durch welche festgestellt wurde, daß wenigstens eine große Mühle in Sidney stark infiziert war. Seitdem wurde beobachtet, daß bald in diesem, bald in jenem Staat Australiens viele Mühlen stark von diesem Schädling heimgesucht wurden, was jedoch von den Müllern aus Furcht, daß ihr Geschäft darunter leiden könnte, sorgfältig verheimlicht wurde.

Auch in Frankreich erschien eine Reihe Arbeiten über *E. kühniella*. Die erste stammt aus der Feder Brocchis 1888 (15). Er weist darauf hin, daß die Gattung *Ephestia* in Europa seit 1845 bekannt ist, gibt aber die Möglichkeit zu, daß die Mehlmotte mit amerikanischem Mehl zu uns eingeschleppt worden ist. Mehrere Notizen über dieselbe gab Decaux, die wichtigste Arbeit jedoch veröffentlichte Danysz im Jahre 1893 (16). Dieser Autor behandelt ausführlich die Frage über die Herkunft der Mehlmotte und insbesondere das Eindringen der letzteren in Frankreich.

Von allen europäischen Autoren, die etwas über dieses Insekt schrieben, nahm nur Ormerod an, daß eher Europa oder Asien sein Vaterland seien, nicht aber Amerika. Die amerikanischen Entomologen, und an ihrer Spitze Riley und Howard protestierten noch energischer gegen die Behauptung über die amerikanische Herkunft der *E. kühniella*. Aber sie konnten ihren Protest durch keinen einzigen stichhaltigen Beweis bekräftigen. Danysz schreibt hierüber: „Aus allen Beobachtungen, die seit 1877 bis zu unserer Zeit veröffentlicht worden sind, können wir den Schluß ziehen, daß *Ephestia* niemals irgendeinem Land oder Gebiet ausschließlich angehört hat, sondern im Gegenteil stets und überall dort zugegen war, wo Mehl bereitet wurde, und daß ihre Vermehrung und Ausbreitung gleichzeitig mit der Entwicklung des Mühlbetriebes geschah. In der Tat, wie erklärt sich — angenommen die amerikanische Herkunft des Schädlings — sein erstes Erscheinen in Halle, im Mittelpunkt Deutschlands, wohin amerikanisches Getreide zweifelsohne viel später gelangt, als in die Mühlen, die unweit der Meereshäfen gelegen sind? Wie ist ferner ihr plötzliches Auftreten im Jahre 1883 in Frankreich in den Mühlen des zentralen Plateau zu erklären, die niemals fremdländisches Getreide verwandten, während die Mühlen von Havre, Dunkerque und Bordeaux

anscheinend nicht heimgesucht wurden? Ihre Invasion wurde in Belgien viel später als in Frankreich konstatiert und in England noch später. Es ist für uns ganz ausgemacht, wie für jedermann, der etwas von Mühlenbetrieb und internationalem Getreide- und Mehlhandel versteht, daß die Mehlmotte, falls ihre Herkunft tatsächlich eine amerikanische oder indische wäre, wie manche Autoren annehmen, sich in Europa gerade in entgegengesetzter Richtung ausbreiten müßte, als in derjenigen, die in den betrachteten Arbeiten angegeben wird." Nachdem Danysz eine Lösung der ihn interessierenden Frage in gelehrten Werken nicht finden konnte, wandte er sich an die Praktiker, die unmittelbar unter den Verheerungen der Mehlmotte zu leiden gehabt hatten. Descourty, der ehemalige Verwalter der großen Dampfmühle „Stenia" in Konstantinopel, teilte ihm mit, daß im Jahr 1872 eine Invasion der Motte auf der Mühle beobachtet wurde; die Motte hielt sich hier 2 Jahre und verschwand dann von selbst. Eine Erklärung ihres Auftretens in der Mühle konnte er jedoch nicht geben. Pecquart, ein Mehl- und Kornhändler in Paris, behauptete, schon vor 50 Jahren diesen „papillion gris" gekannt zu haben, über den man sich heutzutage so oft beklagt. Noch vor dem Jahr 1840 habe er angeblich einen Fall beobachtet, wo Kornhaufen mit einer festen Kruste bedeckt waren, die von diesem Insekt gebildet worden wäre. Natürlich ist es jetzt nicht mehr möglich, die Identität des Insekt mit *E. kühniella* nachzuweisen, indessen erinnert die Art der Schädigung sehr an diese Motte. Übrigens waren alle Müller darin einig, daß die Mehlmotte in Frankreich nicht weniger als 30 Jahre existiert, nur behaupteten sie, daß dieselbe früher nicht so häufig vorkam, wie jetzt.

Es konnte nicht in Abrede gestellt werden, daß die Angaben der Praktiker die Entscheidung der Frage über die Herkunft der *E. kühniella* ebensowenig förderten, wie die Studien gelehrter Forscher. Deshalb mußte Danysz sich mit folgenden, seiner Meinung nach zweifellosen Ergebnissen begnügen: 1. daß das Erscheinen der Mehlmotte viel früher stattgefunden hat, als in wissenschaftlichen Werken und Zeitschriften über sie die Rede war; 2. daß ihr Auftreten nach Ablauf einiger Jahrzehnte ein intensiveres und häufigeres wurde und 3. daß letzterer Umstand nicht der Einschleppung der Motte mit fremdländischen Produkten zuzuschreiben sei.

Was die erste These anbelangt, so sind selbstverständlich keinerlei Zweifel möglich. Jedes Insekt wird gewöhnlich viel später wissenschaftliches Objekt als „Schädling", als seine schädliche Tätigkeit entdeckt worden ist. Als Beispiel kann *E. kühniella* selbst dienen. Das Jahr 1889 galt bei den amerikanischen Entomologen als erstes Erscheinungsjahr der Motte auf dem amerikanischen Kontinent. Das beweist aber noch lange nicht, daß sie dort nicht vorhanden war, bevor die Amerikaner sie kennen lernten. In der Tat fanden sich in der Sammlung des Pariser Entomologen Ragonot, der die vollständigste Serie der Arten dieser Familie besaß,

Exemplare von *E. kühniella* mit dem Datum 1880, die aus Mexiko, N. Carolina, Chile u. a. Ländern stammten. Sogar in Deutschland, einem Land, daß in entomologischer Hinsicht am besten erforscht ist, existierte die Mehlmotte zweifelsohne lange bevor sie in Zellers Hände fiel und von ihm beschrieben wurde. Johnson, der ebenso wie Danysz bei Müllern Angaben über *E. kühniella* sammelte, gibt an, daß ein Müller in S. Franzisko, der die Motte aus persönlicher Bekämpfungserfahrung in Californien gut kannte, Augenzeuge des durch sie in einer großen Mühle bei Kiel bereit im Juni 1856 verursachten Schadens gewesen war.

Die zweite und die dritte Folgerung Danysz sprechen meiner Meinung nach gerade nicht zugunsten einer europäischen oder amerikanischen Herkunft dieser Art. Allbekannt ist die Tatsache, daß alle importierten Arten, die in ein für sie neues Gebiet gelangen, während der ersten Jahre fast nie ihre Anwesenheit offenbaren. Offenbar wird ihre Energie durch Eroberung eines ausgedehnteren Terrains und Anpassung an lokale Existenzbedingungen in Anspruch genommen. Ist der Boden in dieser Hinsicht günstig für die Art, so wird sie sich beim Ausfall der hemmenden Faktoren ihrer früheren Heimat ungehindert und folglich mit ungewöhnlicher Energie vermehren; im entgegengesetzten Fall wird die Art verschwinden, ohne daß ihre Anwesenheit bemerkt wurde.

Wie dem auch sei, gegenwärtig haben wir keine positiven Angaben über die ursprüngliche Heimat von *E. kühniella* und können bloß mehr oder weniger wahrscheinliche Vermutungen aussprechen. Vor allem muß der Versuch, die Mehlmotte mit Bienenwaben in Zusammenhang zu bringen, endgültig fallen gelassen werden. Wir sahen, daß solche Versuche zu nichts führten, da, falls wirklich etwas Ähnliches existierte, die Mehlmotte wenigstens hin und wieder in Bienenstöcken und Hummelnestern vorkommen müßte. Meine wiederholten Versuche, den Raupen sowohl alte Waben ohne und mit Honig, als leere, reine und schon benutzte vorzusetzen, führten zu keinem positiven Resultat. Die Raupen lehnten die ungewohnte Nahrung beharrlich ab und kamen vor Hunger um. Daher kann von keinerlei radikaler Veränderung des Ernährungsinstinkts, wie manche glauben, von keinerlei Übergang von Honig- und Wachsnahrung zu Mehl und an anderen Brotprodukten die Rede sein.

Am wichtigsten ist meiner Ansicht nach die Annahme, daß die Mehlmotte sich schon zu einer sehr frühen Zeit an Mehlnahrung angepaßt hat, sozusagen im Morgengrauen der Mehlproduktion oder noch früher. Mir scheint, daß ich keinen Fehler begehe, indem ich einige indirekte Beweise zugunsten der örtlichen Herkunft von *E. kühniella* anführe.

Hommel behauptet in seinem Werk: „Die vorgeschichtlichen Indoeuropäer", daß das Vaterland der Kulturgräser Asien sei. Dieser Gedanke findet gegenwärtig durch die höchst wertvollen und fruchtbaren Untersuchungen Prof. Vavilovs volle Bestätigung. Hommel sagt, daß die Sumerier, die vor 8000 Jahren aus Mesopotamien nach Ägypten kamen,

einen enormen Einfluß auf dessen Kultur hatten, indem sie die Bevölkerung dieses Landes lehrten Metalle zu bearbeiten und Gräser zu kultivieren. Andererseits vollzog sich auch die massenhafte Völkerwanderung in der Richtung von Osten nach Westen, längs den Erdparallelen und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Mehlmotte allmählich diesen Ortsveränderungen folgte. Nicht ohne Bedeutung ist die Tatsache, daß *E. kühniella* grobkörnigem Mehl den Vorzug gibt, — nur solches konnten auch die vorzeitlichen Völker zubereiten. Diese Bevorzugung kann nicht anders, als eine wichtige Bestätigung ihrer früheren Gewohnheiten, die im Laufe vieler Jahrhunderte eingewurzelt sind, betrachtet werden. Endlich darf der Fall in Konstantinopel, über den Descourty berichtete, nicht unbeachtet bleiben. Das geheimnisvolle Verschwinden der Motte aus der Mühle kann nicht anders, als durch Vernichtung durch Parasiten erklärt werden. Dieses zugegeben, kann aber nicht in Abrede gestellt werden, daß dieses Insekt ein Angehöriger der betreffenden Gegend, d. h. des Mittelmeergebiets überhaupt, sein muß, da es längst Zeit gefunden hat, ein volles Assortiment von Parasiten zu erwerben, die es von Zeit zu Zeit in relativ kurzer Frist vernichten. Wäre das Insekt dort eingeschleppt, wie in Westeuropa oder Amerika, so könnte ein derartiger Erfolg seiner vollen Vernichtung nicht durch künstliche Bekämpfungsmittel erzielt werden.

Solcherart sind die Betrachtungen, die uns zur Anerkennung einer östlichen Herkunft der Mehlmotte bewegen. Natürlich wäre es besser und richtiger die endgültige Lösung dieser Frage nicht in derartigen Vermutungen, sondern in einem detaillierten Studium der Lebensgewohnheiten und der geographischen Verbreitung der Vertreter der Gattung *Ephestia* zu suchen. Leider sind in dieser Hinsicht unsere Kenntnisse noch sehr ungenügend, doch spricht auch hier manches zugunsten genau desselben Schlusses.

Die ziemlich zahlreichen Vertreter der Gattung *Ephestia* sind über alle Weltteile verbreitet, aber an der Verbreitung mancher Arten hat sich zweifellos der Mensch durch Verschleppung derselben in verschiedene Länder mit getrockneten Früchten und Handelspflanzen überhaupt beteiligt. Meyrick, ein Spezialkenner der Pyraliden, nimmt an, daß die Mehrzahl der *Ephestia*-Arten trotzdem zu Asien neigt. Was die palaearktischen Arten anbelangt, so zählt der Katalog von Staudinger und Rebel 35 Arten auf, die — mit Ausnahmen von *E. kühniella* und 2 anderen Arten: *E. cautella* Wlk. und *E. elutella* Hb., die gegenwärtig zu ebensolchen Kosmopoliten geworden sind, wie erstere — sämtlich der mediterranen Fauna angehören. Bei den Britischen Inseln beginnend, verläuft ihre Verbreitungsgrenze durch Norddeutschland, Mittelrußland und die Wolga, umfaßt die Turanische Tiefebene, und setzt sich durch Persien, Syrien und Nordafrika bis zu den Canaren fort. Der von den Amerikanern gegebene Name „mediterran" ist also keineswegs ein zufälliger;

ohne Zweifel wußte derjenige, der die Mehlmotte zuerst so nannte, von wo sie mit den Produkten eingeschleppt worden war, in denen man sie entdeckte.

Unsere Vermutungen weiter fortsetzend, könnten wir sagen, daß die wahrscheinlichste Heimat von *E. kühniella* irgend ein Teil Südwestasiens sein könnte, z. B. Mesopotamien oder Südost-Armenien.

Literatur.

1. Fölsch, Walter, Über die Mehlmotte, *Ephestia kuehniella* Zell. Anzeiger f. Schädlingskunde, 1926, S. 98.
2. Hering, M., *Ephestia kuehniella* Z. und die „Bienenschabe". Anzeiger f. Schädlingskunde, 1926, S. 139.
3. Root, A. I. and E. R., The ABC and XYZ of bee culture. Medina, Ohio 1920.
4. Snellen, *Ephestia kuehniella* Z., als rups op verschillernde plaatsen sehr schadelijk. Tijdschr. voor Entomol., Bd. 24, 1881, S. XX—XXI.
5. — — Aanteekeningen over *Ephestia kühniella* Z. en eenige verwante soorten. Tijdschr. voor Entomol., Bd. 28, S. 237—251.
6. Preudhomme de Borre, Compt. Rend. Soc. Entom. Belgique 5. VII. 1884.
7. Karsch, *Ephestia kuehniella* Z., eine nordamerikanische Phycide am Rhein. Entom. Nachrichten, 1884.
8. Tutt, I., The Entomologist. 1887, V. 20, S. 212.
9. Cockerell, I., Proc. South London Entom., 1887, S. 58.
10. Klein, S. T., The Miller. 1887, S. 446.
11. Ormerod, E. A., Twelfth report injour. insects. 1888, S. 62.
12. Johnson, W. G., The mediterranean flour moth in Europe and America. Report of state Entomol. of Illinois, 1896.
13. Lounsbury, *Ephestia kuehniella* and *Acanthia lectularia*. Entomol. News. Vol. 10, 1899, S. 291.
14. Froggatt, W., The Millers pest the mediterranean flour moth. Agric, Gaz. N. S. Wales, 1910, S. 1076.
15. Brocchi, M., Bull. du ministére de l'agriculture, 1888.
16. Danysz, M., Mémoire du laboratoire de parasitologie vegeteble de la Bourse de Commerse. Vol. I, Paris 1893.

Über einige Grundfragen der Insekten-Epidemiologie.

Offener Brief an Herrn Kollegen Janisch.

Von

F. S. Bodenheimer, Jerusalem.

Sehr geehrter Herr Janisch!

Sie haben mich in Ihrer letzten Arbeit[1]) mit einigen scharfen Angriffen bedacht und müssen es mir billigerweise zugutehalten, wenn ich auf dieselben antworte.

Sie versuchen in derselben nachzuweisen, daß es für die Wärmeabhängigkeit der Entwicklungsverhältnisse bei Insekten eine einheitliche Formel gäbe. Dabei beziehen Sie diese Kurve auf zwei ganz verschiedene Dinge.

Zunächst beschäftigen Sie sich mit. der Entwicklungsgeschwindigkeit und finden hierbei einen Punkt, in dessen Nähe die Entwicklung am kürzesten verläuft. Dieser Punkt ist für eine ganze Anzahl Insekten bereits festgelegt. So habe z. B. ich selbst solche Punkte für *Calandra oryzae, Calandra granaria, Pseudococcus citri, Cryptolaemus montrouzieri, Sympherobius amicus* usw. früher graphisch fixiert. Diese kürzeste Entwicklungsdauer wird, dem Sprachgebrauch gemäß, als Entwicklungsoptimum bezeichnet.[2])

Dieses Entwicklungsoptimum ist bei Ihnen scheinbar identisch mit den günstigsten Entwicklungsbedingungen. Hier liegt der Kardinalfehler Ihrer ganzen Ableitungen. Das Entwicklungsoptimum ist von dem vitalen Optimum, in dem die größte Anzahl von Individuen sich zur Imago entwickelt, begrifflich wie sachlich streng zu trennen. Für epidemiologische Zwecke ist nur das letztere von Bedeutung. Das erstere ist von Interesse für die Entwicklungsphysiologie sowie zur Anbringung von Korrekturen

---

[1]) E Janisch, Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltsfaktoren auf Insekten. I. Die Massenvermehrung der Baumwolleule *Prodenia littoralis* in Ägypten Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere, Bd. 17, 1930, S. 339—416.

[2]) cf. z. B.: Bodenheimer und Schenkin, Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten I. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. Zeitschr. vgl. Phys., Bd. 8, 1928, S. 1—15.

XVIII 241

unter anderem auch für die Epidemiologie. Dabei ist es vom epidemiologischen Standpunkt aus völlig unzulässig, nur die Temperatur isoliert zu untersuchen. Es war rein theoretisch schon fraglich, ob die Kombination von Temperatur und Luftfeuchtigkeit zur Festlegung gewisser Grundzüge im Groben ausreichen würde. Immerhin hat die Analyse bisher ergeben, daß mit der Untersuchung der kombinierten Temperatur und Luftfeuchtigkeit ein überaus fruchtbarer Weg beschritten wurde.[1]) Dabei sei hervorgehoben, daß die Wirkung anderer Faktoren wie Nahrung, Licht usw. nicht ausgeschaltet werden sollte. Es wird nur untersucht, inwieweit die beiden oben erwähnten Grundfaktoren allein zur Erklärung ausreichen. Ferner ist es wichtig festzustellen, daß die Untersuchung der Kombination zweier Faktoren etwas ganz anderes ist als eine Summierung, genau so wie sich eine Summe von einem Produkt unterscheidet. Den von Ihnen beschrittenen Weg, Temperatur und Luftfeuchtigkeit getrennt zu untersuchen, halte ich für abwegig und er kann vom epidemiologischen Standpunkt aus nicht befriedigen.[2])

Wie stark die Verwechslung von Entwicklungsoptimum und vitalem Optimum Ihre Vorstellungen beeinflußt, geht aus Ihrem Bericht in der eben zitierten Arbeit über die Versuche mit *Prodenia* bei 22—23° C hervor. Zwar fiel Ihnen die geringe Sterblichkeit der Raupen bei dieser Temperatur auf, aber die Imagines verhielten sich anormal, indem ihre Lebensdauer kürzer war als bei 29° C und viele Tiere unbegattet und ohne Eiablage starben. Das beweist nur, daß die Imagines zur Sexualreife Sonnenwärme und Licht benötigen und sonst verkümmern. Das sind Verhältnisse, die uns von anderen Insekten — z. B. Wanderheuschrecken oder Sphingiden in der Nordzone des Vorstoßgebietes — gut bekannt sind. Abgesehen von 3 Monaten wird aber in Ägypten das durchschnittliche Maximum von 22—23° C immer überschritten. Für die Ei- bezw. Junglarvenmortalität und für die Geschlechtsreife, diese beiden Kardinalpunkte des epidemiologischen Geschehens, gelten eben durchaus verschiedene Optima. Außerdem sind Ihre Versuche doch nur bei einer Luftfeuchtigkeit durchgeführt. Vielleicht hätten Sie sogar bei Ihrer Versuchsanordnung bessere Resultate erzielt, wenn Sie auch andere Luftfeuchtigkeiten angewandt hätten. Denn daß bei 30° das Luftfeuchtigkeitsoptimum bei 90—100% liegt, beweist noch nicht, daß dies bei 22° ebenso ist.

Ihr Kampf um die Allgemeingültigkeit der Exponentialformel erinnert stark an Scholastik. Während ich es nie bestritten habe, wie bereits mein Lehrer Pütter uns immer wahrscheinlich machte, daß die Exponentialformeln eine durchaus brauchbare Grundlage für die allgemeine biologische

---

[1]) F. S. Bodenheimer, Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentralbl. Bd. 48, 1928, S. 714—739.

[2]) Sie werden jetzt vielleicht auch verstehen, daß meine Bemerkungen über die Umwelt, die Sie S. 402 zitierten, sich in einer ganz anderen Ebene bewegen wie Ihre daselbst gleichfalls zitierte Äußerung.

Begriffsbildung darstellen, wird von allen Ihren Kritikern mit Recht immer und immer wieder betont, daß die Übereinstimmung des vorliegenden Zahlenmaterials mit den Werten Ihrer Exponentialformeln nicht genügend groß ist, als daß nicht auch ganz andere Formeln wie logarithmische Formeln, Hyperbeln, Parabeln usw. als ebenso gültige Interpretationen angesehen werden könnten. Aus Ihrer letzten Arbeit greife ich nur drei beliebige Serien dieser Art heraus:

beobachtet	errechnet	beobachtet	errechnet	beobachtet	errechnet
<24	15	42	37	<48	24
<32	24	<96	77	<95	62
<48	34	<137	103	<145	120
<78	73	<162	142	<174	174
<105	99	<191	178		
<150	138	<265	218		
<176	171				
<248	210				

Ist die Übereinstimmung bei diesen beliebig herausgegriffenen Zahlenreihen wirklich so groß, daß Sie bedingungslos Gefolgschaft für Ihre Interpretation als die allein richtige heischen können? Ich glaube nicht, daß bei der Hyperbel der verbesserten Wärmesummenregel größere Unstimmigkeiten je vorgekommen sind (wohlgemerkt als Mittelwerte!). Im Gegenteil lehnen sich die dort ermittelten Zahlen viel besser an die tatsächlichen an. Als Beleg dafür einige Daten aus Zimmerzuchten (nicht in Thermostaten), die nur auf Durchschnittswerten basiert sind. Sie können daher viel weniger als Ihre physiologischen Experimentalergebnisse auf Übereinstimmung prätendieren. Sie beziehen sich auf *Sympherobius amicus*[1]) und sind nach der Hyperbelformel berechnet:

°C	Entwicklungsdauer in Tagen	
	beobachtet	berechnet
22	31	30
13,2	114	128
18,7	56	44
17,2	54	52
24,8	27	25
26,1	22	23
26,5	23	22,5
20,5	35	37

Ist diese Übereinstimmung nicht mindestens ebenso treffend wie bei einer Ihrer Gleichungen? Dabei ziehen Sie neuerdings selbst Hyperbel-

[1]) Bodenheimer und Guttfeld, Über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* Risso (Rhy. Cocc.) in Palästina. Zeitschr. f. angew. Entom. 1929, S. 67—136.

und quadratische Gleichungen zur Lösung biologischer Fragen heran (cf. S. 363, 364).

Ich komme jetzt zur Besprechung des mir im Besonderen gewidmeten Kapitels 10: „Die Einteilung der Temperaturskala und die kritischen Punkte." Sie versuchen hier den „Entwicklungsnullpunkt", der mit der Abszisse der gleichseitigen Hyperbel zusammenfällt, zum Mittelpunkt Ihrer Erörterungen zu machen. Es ist richtig, daß Blunck, Verfasser und andere vor Jahren glaubten, daß bei dieser Temperatur tatsächlich ein Entwicklungsstillstand stattfinde. Wie Sie selbst durch Zitate aus späteren Arbeiten von mir belegen und wie ich Ihnen während der Korrektur Ihrer Arbeit noch ausdrücklich mündlich formulierte[1]), ist im epidemiologischen Sinne der Entwicklungsnullpunkt der Hyperbelformel eine wichtige Größe, da unterhalb dieser Temperatur keine Entwicklung zum Vollinsekt erfolgt. Daß er im entwicklungsphysiologischen Sinne ebenfalls eine gut angenäherte Realität ist, belegen Sie selbst durch Ihre allgemeine Formel, indem auch bei Ihnen die Grenze der kritischen Kältezone sich sehr gut mit der errechneten Hyperbelabszisse decken würde. Auch Sie interpretieren diesen Punkt als die Temperatur, unterhalb der zwar noch Entwicklungsprozesse stattfinden, aber keine Vollentwicklung mehr stattfindet. Ich kann Ihre eigenen Ansichten nur so verstehen, daß Sie sich eifrig bemühen, prinzipielle Unterschiede da herauszufinden, wo der unvoreingenommene Beobachter nur tatsächliche Übereinstimmung erkennen kann. Ihre eigenen Formulierungen und Kurven beweisen, daß die allgemeine Epidemiologie und Ökologie mit der verbesserten Wärmesummenregel tatsächlich eine leicht zu handhabende, der Wirklichkeit in überaus genügendem Umfange gerecht werdende Formel gefunden hat. Ein grundlegendes Mißverständnis Ihrerseits ist es auch, wenn Sie annehmen, daß ich die Hyperbelformel der Entwicklung zum Mittelpunkt meiner epidemiologischen Anschauung mache; dieser ist und bleibt vielmehr das Mortalitätsdiagramm.

Endlich müssen Sie mir gestatten, noch einen grundlegenden methodischen Fehler Ihrer Arbeit zu berühren. Alle Ihre Versuche beziehen sich innerhalb der vitalen Zone nur auf eine Spanne von 6° C (von 29 bis 35° C). Sie haben mir vorgeworfen, daß ich in meiner epidemiologischen Studie über *Pseudococcus citri*, der Sie scheinbar jeden Wert absprechen, mich auf einen verhältnismäßig eng begrenzten Temperaturbezirk beschränkt habe. Dabei waren in dieser Arbeit über 15° C innerhalb der vitalen Zone berücksichtigt. Während man bezüglich der zweiten Spanne vielleicht verschiedener Meinung sein kann, ob sie Aufschluß über die allgemeinen epidemiologischen Verhältnisse zu geben vermag, kann es wohl keine zwei Meinungen darüber geben, daß es gänzlich unzulässig

[1]) Können Sie, dessen Grundformeln solch von Arbeit zu Arbeit beinahe proteusförmig verwandeln, es nicht verstehen, daß auch bei anderen Autoren eine Entwicklung Ihrer Meinung stattfinden kann?

ist, allgemeine epidemiologische Schlüsse bezüglich des von Ihnen untersuchten Objekts auf Grund einer sich auf eine Spanne von 6° der vitalen Zone erstreckende Untersuchung zu ziehen.

Welch eigenartige Vorstellung erhält nicht der Leser vom Klima von Kairo aus Ihrer Arbeit:

Während der 6 Monate Ihres dortigen Aufenthaltes war die Zimmertemperatur des Laboratoriums konstant 29—30° C (S. 348). Die von Ihnen (S. 347) angegebenen Juni-Temperaturen der Luft schwanken im Freien gegen 10—12^h zwischen 25,0° und 31,4° C. In solch konstantem Milieu — wie Sie an anderer Stelle noch hervorheben — findet die Entwicklung von *Prodenia littoralis* statt. Der Leser wird erstaunt sein, aus der folgenden Tabelle der Monatsdurchschnittstemperaturen (Luft im Schatten)[1]) von Giza (bei Kairo) zu ersehen, daß das dortige Klima keineswegs so gleichmäßig ist:

Monat	I	II	III	IV	V	VI
Durchschnittl. Temperaturmittel .	10,9	12,3	15,2	19,0	22,6	25,4
Durchschnittl. Temperaturmaximum	19,1	20,9	23,9	28,1	31,7	34,5
Durchschnittl. Temperaturminimum	5,5	6,3	8,3	11,5	14,4	17,5

Monat	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Durchschnittl. Temperaturmittel .	26,6	26,3	23,9	21,6	17,3	12,7
Durchschnittl. Temperaturmaximum	35,1	34,3	31,5	29,5	25,2	20,6
Durchschnittl. Temperaturminimum	19,4	19,8	17,7	15,7	11,9	7,7

Wie Ihre Abb. 1 zeigt, haben sich die Eier und Raupen der Generation, welche die drei Massenvermehrungen ergaben, unter folgenden Monatsmitteln entwickelt:

	Erscheinen der Falter der Entwicklungszeit	Monatsmittel	des Maximums
kleine Massenvermehrung . .	Ende IV./Anfang V.	15,2 und 19,0	31,7
sehr starke Massenvermehrung	Ende VI./Anfang VII.	22,6 und 25,4	34,5
kleine Massenvermehrung . .	Ende X./Mitte XI.	25,9 und 21,6	29,5

Da die Zimmertemperatur 29—30° C betrug, so war dies offenbar das Optimum für *Prodenia*. Andere Anhaltspunkte habe ich jedenfalls dafür nicht finden können, da ja Versuche zwischen 22° einerseits, 29° andererseits gar nicht vorliegen.

Nun sei aber zugegeben, daß diese Durchschnittstemperaturen vielleicht nicht viel besagen, da die Raupen ja in einem Mikroklima leben, das unter Umständen ganz anders beschaffen sein kann. Hier sind nun die von Ihnen beigebrachten Daten besonders interessant: Im Baumwollfeld unter den mikroklimatischen Bedingungen beträgt zwischen 10—12^h vormittags — also den in diesem Klima heißesten Tagesstunden (vielleicht sind die Daten noch bis 2 oder 3^h nachmittags einigermaßen gültig) —

[1]) Nach Climatological Normals for Egypt and the Sudan. Ministry of Public Work, Physical Dept. Cairo 1922.

die Durchschnittstemperatur im Juni 29—30° C. Also wieder die optimale Zimmertemperatur des Laboratoriums! Und unter welchen Temperaturen leben die Eier und Raupen während der übrigen 19—20 Tagesstunden, die als Entwicklungswerte doch auch in Betracht kommen? Darüber geben die Klimanormalen der obigen Zusammenstellung einen gewissen Aufschluß. Keinesfalls handelt es sich hier um die ominösen 29° C.

Bis nicht mindestens die Spanne von 20° C aufwärts unter verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit untersucht ist, stehen fast alle Fragen der *Prodenia*-Epidemiologie offen wie vor Ihren Untersuchungen. Epidemiologische Probleme sind nur mit epidemiologischer Fragestellung zu lösen, ebenso wie entwicklungsphysiologische nur mit physiologischer. Es ist deshalb verfehlt, die physiologische Untersuchung als Grundlage der epidemiologischen Forschung hinzustellen. Wohl aber ist die physiologische Methodik ein wichtiges Hilfmittel derselben.

Sie müssen also gestatten, daß ich vorläufig annehme, daß Sie mit Ihrer Arbeit lediglich annähernd das Entwicklungsoptimum, d. h. die Temperatur, bei der die kürzeste Entwicklungsdauer erreicht ist, festgelegt und den entwicklungshemmenden Einfluß überoptimaler Temperaturen, der als solcher gut bekannt war, quantitativ untersucht haben. Die schönen Ergebnisse dieses Teiles der Arbeit weiß ich voll zu schätzen. Epidemiologische Fragen haben Sie nur in der Polemik gegen mich berührt und diese zeugen von mangelndem Verständnis sowohl meiner Ansichten wie der epidemiologischen Fragestellung überhaupt. Nicht das Entwicklungsoptimum, sondern das vitale Optimum ist und bleibt der Kernpunkt jeder quantitativen epidemiologischen Forschung.

Ihr aufrichtig ergebener

F. S. Bodenheimer.

Autorenregister.

A.

Altum 417.
André 4, 39, 178.
Andres 423.
Armbruster 367.
Arnhart 392.
Artelli 157.

B.

Bachmetjev 434.
Bahr 306, 355.
Baier u. Erhard 423.
Baker 266, 276, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 293, 294, 295, 300, 301, 302.
Balbiani 3, 302.
Balduf 157.
Baranoff 423.
Barreto 306, 355.
Batelli u. Stern 375.
Bauer 65.
Bedel 587.
Belanowskiy 177.
Beling 452, 491.
Berlese 6, 67, 83, 364.
Biedermann 321, 326.
Bins u. Räth 413.
Bischoff 63, 88, 179.
Blau 408.
Blunck 423, 435, 446, 450. 453, 469, 471, 482, 483, 490, 495, 502, 507, 515, 561, 609.
Blunck-Bodenheimer 514.
Bock 357.
Bodenheimer 203, 223, 224, 423, 433, 440, 443, 446, 450, 606, 607, 610.
Bodenheimer u. Guttfeld 450, 608.
Bodenheimer u. Samburski 449.
Bodenheimer u. Schenkin 606.
Bodenheimer u. Theodor 224.
Bodine u. Orr 373, 375.
Böker 125, 157.
Börner 230, 231, 250, 252, 253, 276, 277, 278, 298, 302, 423.
Börner u. Schilder 302.
Börnstein 474.
Bogdanova-Katkova 220.
Borchert 367.
Borgmann 226.
Bovien 7, 83, 423.
Braßler 157, 355, 423.
Braune 423.
Bremer 446, 450, 453, 570,
Brischke 6.
Britton 423.
Brocchi 601, 605.
Buchmann 423, 424.
Buchner 424.
Burgess 130.
Burrill 148, 157.
Buscky Dampf 424.
Butovitsch v. 416, 424.
Buysson du 157.

C.

Caesar 579, 580.
Camerano 89, 157.
Carpenter 551.
Catono 424.
Caudura Gius 424.
Chapman 399.
Charles u. Popenö 575, 583.
Chatin 388.
Cholodkovsky 395, 397.
Clare 373, 375.
Clausen 94, 95, 124, 130, 131, 143, 157.
Cockerell 599, 600, 605.
Comstock 390.
Connecticut 424.
Conrad 424.
Constantino 424.
Curtis 491.
Cushman 157.

D.

Dahl 224.
Dalla Torre 4, 83.
Dampf 424.
Danysz 601, 602, 603, 605.
Danysz u. Koerner 599.
Darwin 403.
Davidson 91, 157.
Davis 557, 565, 568, 576, 583, 584.
Decaux 601.
Deckert 424.
Denis 547, 555, 584.
Descourty 604.
Detwiler 424.
Dimroth u. Heene 413.
Dingler 226, 424.
Dingler u. Henneberg 424.
Dobzhansky 89, 157.
Dönhoff 322.
Dyar 385.

E.

Earp 306, 355.
Eckstein 159, 162, 163, 165, 166, 174, 175, 176, 177, 417, 523.
Egersdorfer 547.
Eggers 416.
Ehlers 419.
Ehrenberg 224.
Eidmann 419, 424.
Ellinger u. Sachtleben 424.
Ellinger, Tage u. Sachtleben 424.
Emmert 411, 413.
Enslin 3, 5, 6, 14, 39, 66, 83, 178, 179, 180.
Erhard 424.
Erlenmayer 368.
Escherich 94, 157, 418, 421, 444, 446, 450.
Ewin 225.

F.

Fabres 405.
Faes 424.
Faes et Stachelin 424.
Falcoz 157.
Farmer 572.
Feile 355.
Ferdinandsen u. Rostrup 7, 83.
Ferrant 3, 6, 7, 83.
Feytand 3, 6, 33, 63, 64, 83.
Fink 358, 373, 375.

Hintescu 3, 4, 6, 23, 30, 38, 47, 53, 56, 57, 64, 83.
Fischel 425.
Foà 253.
Fobes 385.
Fölschi 597, 605.
Formánek 426.
Foschun 506.
Fracker 383, 385, 387.
Fränkel 412, 425.
Frauenfeld 586, 587.
Freiling 397.
Frickhinger 429.
Friederichs 193, 194, 197, 200, 399, 405.
Friederichs u. Steiner 189, 205, 415, 425.
Friend 425.
Frisch, v. 393, 413, 425.
Fröhner 410.
Froggatt 601, 605.
Fryer 83.
Fürstner 392.
Fulmek 388, 547.
Funk 226.

G.

Gaede 224.
Garman, Phillip and Zappe 425.
Gasow 425.
Geßner 425.
Gineste 89, 157.
Glosh 306, 355.
Gößwald 425.
Goette 419.
Götze 497.
Golyschew 368, 372, 373, 374, 375.
Gradojević 425.
Gram 425.
Grandi 3, 4, 6, 23, 29, 30, 31, 39, 83.
Grasse 551, 584.
Grassi 253.
Gressel 547.
Grimpe u. Wagler 420.
Grinev 217, 220.
Großheim 425.
Großheim and Pjatakova 425.
Groyer 394.

H.

Haase 118, 125, 157.
Habermehl 63,
Hacker 157.
Haliday 452, 491.
Handlirsch 563.
Handschin 224, 225, 425, 547, 549, 557, 564, 584.
Hann 449.
Harnkawa 3, 29, 42, 83.
Harris 200.
Harris, Künzel u. Cooper 200.
Hartmann 387.
Has 430.
Hase 305, 348, 355, 356, 370, 375, 425.
Hauptfleisch 425.
Hawkes 157.
Hazelhoff 425, 426.
Hedike 226, 426.
Heikertinger 426.
Heller 366, 373, 375, 450.
Henschel 3, 6, 83.
Henschel u. Ferrant 32.
Hering 597, 605.
Heß-Beck, 226, 426, 523.
Heymons 207, 220, 302.
Heymons u. Lengerken 426.
Himmer 332, 356, 434, 450.
Höstermann u. Rülke 408.
Hollrung 412.
Holthaus 586.
Hommel 603.
Horn 426.
Hunter and Coad 426.
Hunter u. Pierce 435.
Huntington 433, 449.

J.

Jablonovsky 452, 491, 494, 504.
Jancke 229.
Janisch 102, 155, 157, 203, 436, 438, 440, 441, 450, 514, 518, 523, 524, 606.
Jöhnssen 87.
Johannsen 426, 515.
Johnson 600, 603, 605.
Jordan 6, 32, 83, 453, 458, 461, 470, 481, 483, 484.

K.

Kaempf 306, 356.
Kästner 391.
Kalandadze 521.
Kalmer 392.
Kalshoven 426.
Karsch 599, 605.
Kaufmann 455.
Kazansky 164, 177.
K. E. 225, 226, 414.
Kemner 218, 220, 388, 415.
Kemper 426, 427.
Kendrick u. Dewar 410.
Kerenski 178.
Khlebnikov 220.
Kirby 491.
Kirchner 19, 587.
Klein 360, 599, 600, 605.
Kleine 377, 492, 503, 505, 506
Knauth 513.
Knechtel 6.
Knisch 426.
Knoche 444, 450.
Koch 395, 397.
Körnicke 452, 493, 494.
Körting 451, 485, 488.
Kofoid and Garland 427.
Kolbe 6, 84.
Kolenati 208.
Kollar 2, 6, 84.
Kolosov 220, 427.
Kolster 523.
Komárek 427.
Korschelt-Heider 303.
Kovačević 6.
Kowalewsky 364.
Kownow 4, 6, 39.
Krasnjuck 427.
Krassilstchick 7, 56, 58, 59, 84.
Krogh 358, 360, 366, 373, 375.
Kückenthal 420.
Kühn 599.
Kunike 304, 356.
Kuntzen 412.
Kunze 84.

L.

Langenbuch 470.
Lebedev 597.
Lebedev u. Savenkov 159.
Leefmanns 427.
Lehner u. Berwig 427.
Leibbrandt 427.
Lengerken von 206, 427.
Letzner 157.
Leuzinger 230, 231, 243, 254, 264, 275, 277, 279, 287, 288, 303.
Lichtenstein 3, 230.
Lignières 230, 264, 265.
Linaniemi 551, 584.
Lind, Rostrup u. Kolping-Ravn 220.
Lindemann 452, 453, 475, 483, 491, 492, 493, 494, 598.
Linné 207, 220.
Lintner 600.
Losy 306, 356.
Lounsbury 601, 605.
Ludewig 453, 503.
Ludwig 470.

M.

Macnamara 584.
Mahdihassan 427, 527.
Malenotti 427, 428.
Maltzan von 197.
Marchal 231, 243, 253, 254, 262, 263, 264, 265, 266,

267, 274, 277, 279, 282, 285, 287, 298, 301, 303, 402.
Marchal et Foex 6, 84.
Marchal u. Mordwilko 230.
Marie u. Lejeune 413.
Marshall 428.
Marsham 491.
Martini 437, 438, 450.
Massee 84.
Masslow 592.
Matsumura 428.
Mc. Dougall 306, 355, 577.
Mc. Indoo 306, 356.
Megalov 220.
Meißner 121, 157, 158.
Mell 201.
Mellor 428.
Menozzi 158, 224.
Merkenschlager 428.
Merkenschlager u. Klinkowski 505, 506, 507.
Merrit-Hawkes 121, 144, 158.
Metalnikov 317, 322.
Meyer P. F, 415.
Meyer u. Jakobson 413.
Meyrick 604.
Michailiv-Doinikov 220.
Michelmann 413.
Minnich 414.
Mokrzecki 263.
Molz 148, 158.
Mordwilko 393, 394, 395, 397.
Morgenthaler 428.
Morris 220.
Müller 483.
Müller, G. 88, 121.
Müller, J. 426.
Müller, K. 428.
Munro and Thomson 428.

N.

Nabours 225, 428.
Necheles 433, 449.
Neumann 226, 227.
Newton 434.
Nicolet 556, 568.
Niezabitowski 62.
Nodzu 29, 38, 42.
Noël 220.
Nördlinger 411, 412.
Nüßlin 421.
Nurnberg 428, 429.

O.

Ogloblin 111, 112, 121, 158.
Ol, J. A. 7, 84.
Ormerod 600, 601, 605.
Oshanin 220.
Osterhout 186.

P.

Paddack 348, 351, 353, 356.
Paganetti 586.
Paillot 63.
Palmer 121.
Passelt u. Reimann 408.
Patch 282, 301, 303.
Pax u. Arndt 225, 429.
Petch 306, 356.
Phillips 414.
Picard 443.
Pictet 408.
Pierce 203, 440.
Pinna 224.
Pinner 408.
Pirsch u. Himmer 434.
Pjatakova 429.
Planta 368.
Pletnjew 592.
Plotnikov 7, 32, 84.
Polezhentzev 429.
Popenö 565, 567, 572, 574, 575, 584.
Powell 405.
Prendhamme de Borre 599, 605.
Priesner 453, 454, 475, 485, 488, 489.
Prohaska 220.
Przibram 225, 584.
Puetter 438, 607.
Puster 205.
Pustet 429.

Q.

Quail 385.
Quantz 429.

R.

Raevski 220.
Ragonot 600, 602.
Ratzeburg 417.
Rauschenfels 322.
Rees 364.
Reh 6, 30, 84, 203, 207, 219, 220
Reichhart 429.
Reineck 158.
Reinisch 158.
Reinmuth 429.
Reitter 158, 416.
Resch 2.
Reuter 453.
Rhumbler 194, 195, 196, 419.
Richards 158.
Richet 187.
Riedel 412, 413.
Riehm 490.
Riley u. Howard 601.
Rimsky-Korsakow 429.
Ringer 186.
Ripley 383, 387.
Ripper 382, 387, 546.
Ritzema Bos 3, 6, 38, 84, 158.
Roark 429.
Rörig 3, 6, 84.
Rösel 158.
Rösel von Rosenhof 597.
Rohwer 3.
Rondani 63.
Root 597, 605.
Royer 220.
Rubner 429.
Rülke 413.
Rülke u. Clotofsky 413.
Rütgens 412.
Rusanova 216, 217, 218, 220.
Rushkovsky 220.
Ruszkowski 62.
Rutnew 205.

S.

Sacharow 218, 220.
Sachtleben 223, 444, 450.
Sajo 158.
Sanderson u. Peairs 435.
Santschi 429.
Schaffnit 87, 88.
Schaffnit u. Weber 429
Schaufuß 95, 122, 158.
Schayen 551.
Schenk 158, 197.
Schentzow and Adowa 429.
Schierbeck 385.
Schilder 122, 230, 303.
Schilder, F., u. Schilder, M. 158.
Schilling, von 6, 84
Schimitschek 429.
Schmid, A. 306.
Schmiedberger 2, 3, 6.
Schmiedeknecht 63.
Schmitz 88.
Schneider-Orelli 6, 230, 231, 243, 254, 264, 275, 277, 279, 287, 288, 303
Schneider-Orelli, Schaeffer u. Wiesmann 429.
Schoyen 7, 84.
Schreiner 221.
Schröder 178.
Schulz 366, 368, 376.
Schulze 391.
Schuster 2.
Schwartz 429.
Schwerdtfeger u. Meunier 421.
Schwertfeger 513, 524.
Seabra, de 221.
Seidel 429.
Seiler 430.
Serebrjanikov 159, 162, 177.
Severin 430.

Shegalow 7.
Shelford 441, 450.
Shembel 221.
Shishkin 159, 161, 177.
Sieber 322.
Silvestri 430.
Sitowski 218, 221, 430.
Skopol 221.
Skwarra 430.
Smith u. Dosch 411.
Smits van Burgst 422
Smorodinzew, Adowa et 430.
Smorodinzew, Adowa et Ravitsch-Schtscherbo 430.
Smorodinzew, Sebenzow et Adowa 430.
Snellen 599, 605.
Snellen van Vollenhofen 3.
Snyder 430.
Sorauer 377, 587, 589.
Sorauer-Reh 574.
Sosnowski 358.
Spessivtseff 416, 430.
Speyer 222, 230, 276, 277, 430, 547.
Sprengel 1, 3, 4, 6, 7, 73, 84, 430.
Spuler 387.
Stach 430, 547.
Stäger 430.
Staudinger u. Rebel 604.
Steindorff u. Voss 413.
Steiner 431.
Stellwaag 2, 4, 66, 80, 84, 130, 147, 158, 230, 431.
Stellwaag u. Sprengel 73.
Stempell 431.
Stichel 206, 207, 208, 211, 212, 217, 218, 221.
Stiles and Hassall 431.
Stiles and Nolan Marb. 431.
Störmer u. Kleine 158.
Strauß 366.
Strebel 431, 547, 550, 552, 554, 555, 562, 564, 565, 566, 568, 569, 584.
Streil 2.
Study 431.
Surface 306, 356.
Swaine 197, 302, 303.
Swammerdamm u. Reaumur 597.

T.

Tänzer 431.
Takahashi 431.
Taschenberg 2, 3, 6, 84, 158, 226.
Tattersfield u. Gimingham 412.
Taylor 358, 363, 371, 373, 376.
Theobald 6, 30, 38, 59, 84, 303.
Thiele 230, 266,
Thiem 431.
Thomas 554, 569, 573, 579, 580, 584.
Thompson u. Parker 444, 450.
Thomsen 431.
Tillgard 350.
Timberlake 158.
Tompson 599.
Tonmanoff 318.
Trägårdh 383, 416, 431.
Traube 410, 412.
Trenkle 2.
Tschirch 527.
Tschitschibabin 411.
Tschitschibabin u. Seide 413.
Tson 385.
Tullgren 7, 85, 158, 306, 356.
Tutt 605.
Tuxen 431.
Tzjopkalo 159.

U.

Uichanco 303.
Urban 177.
Uvarow 217, 221, 224, 431.

V.

van der Goot 394, 395.
van Eecke 461.
van Poeteren 6, 85.
van't Hoff 435.
Vasiljev 159, 177, 221.
Vassalli Eandi 491.
Vavilov 603.
Vietinghoff, v. 431.
Vitkovsky 7, 85.
Vodolagin 219, 221.
Voelkel 190, 191.
Völker 198, 201, 202.
Vogt 412, 413.
Volterra 192, 407.
Voß 431.
Voukassovitch 62.
Vukasovic 221.

W.

Wagner, H. 587, 588, 589, 591.
Wahl 221, 385, 547.
Walter 199, 200.
Warburg 224, 373, 376.
Warburtom 7, 85.
W. E. 207.
Weber 88, 422, 431, 432.
Weidel u. Russo 413.
Weinberger 410.
Weinland 358, 373, 376.
Wellenstein 432.
Werneck 585.
Werner 89, 158.
Werth 56, 85.
Werth u. Wilhelm 3, 4, 6.
Wheeler 404, 432.
Wilke 3, 4, 6, 16, 23, 29, 63, 72, 85.
Will 303.
Willard Gibbs 406, 407.
Wille 223, 432.
Winkler u. Mocsarski 485.
Winter 2.
Winterstein 356, 360, 365, 366, 376.
Witenberg 224.
Wolff 513.
Wolff u. Krauße 177, 513.
Wolgum 432.
Woroniecka 6, 85.
Woroniecka-Siemaszkowa 432.
Wunkowski 592.

Y.

Yano 204.

Z.

Zacher 148, 158, 371, 376.
Zaddach 6
Zander 306, 308, 314, 356.
Zander-Koch 392.
Zattler 432.
Zederbauer 446, 573.
Zeller 599, 603.
Zimmermann 122, 158, 219, 221, 432, 470.
Zolk 432.
Zolotareveky 221.
Zvierezomb-Zubovsky 221.
Zweigelt 432.
Zwölfer 222, 223, 224, 225, 415, 432.

Sachregister.

A

Achorutes muskorum 551.
Achroea grisella Fabr., 304, 597, 598.
Acrotrichis spec 570.
aculeatus H. 452, 475
Adalia bipunctata L. 88.
aeneocephalum 587.
affinis A. 177.
Agria affinis Fall. 177
Allantus ferrugineus Paus 4.
— fulvicornis Jur. 5.
americanus D. 123.
amicus S. 436.
Anisoplia austriaca 178.
— cyathigera Scop. 186.
— segetum Hbst. 186.
— sp. 179.
Anoecia corni Fabr. 133.
Anopheles maculipennis Mg. 592.
Anthocoridae 122, 123.
Anthocoris gallarum ulmi Deg. 121.
— pilosus Jak. 121.
Aphidon 148.
Aphiochaeta albidihalteris Falt. 570.
Aphis brassicae L. 124.
— fabae 121, 124, 134, 143.
— hederae 133.
— sambuci 133, 134.
Aphodius fimelarius L. 570.
Apion seniculus Kirby 586.
— virens Hbst. 585.
Aptinothrips elegans Pr. 480, 488.
— obscurus Müll. 488.
— rufus Gmel. 480. 488.
Argymis paphia 373.
Armadillidium vulgare Latr. 570.
armata H. 547.
Athalia colibri Christ. 179.
Atheta arenicola Thoms 570.
Atholus duodecimstriatus, Schrank 570.
aurata C. 179.

B.

Bestimmungstabelle d. Gemüsewanzen 216.
bimaculata St. 177.
bipunctata A. 88.
Bohrwurm 6.
Bombyx mori 368, 373.
boucheanus D. 123, 348.
Brachiilus pusillus 570.
Bracon brevicornis Wesm. 590.
— Mockrzecki 62.
— rotundatus Szr. 63.
brassicae A. 124.
brevicornis B. 599.
brevicornis N. 348, 368.
Brevicoryne brassicae L. 124.
Bupalus piniarius 197, 513.

C.

caesar L. 360.
Calandra granaria 606.
— orycae 606.
Calliphora vomitoria L. 360, 368.
canescens N. 348.
capitata C. 443.
Caproblaspis sp. 570.
Caradrina quadripunctata F. 415.
Carpocapsa pomonella L. 441.
celerio Ch. 439.
Cerambyx cerdo 205.
Ceratitis capitata Wied. 443.
Cercyon haemorrhoidalis F. 570.
Cercyon quisquilius L. 570.
cerealium L. 452, 453.
Cetonia aurata L. 179.
Ceuthorrhynchus campanulae F. 63.
Chaerocampa celerio L. 439
Champignon-Springschwänze 546.
Chirothrips manicatus H. 488
Chromatomlus unitimatus Koch. 570.
Clysia ambiguella Hübn. 66.
Coccinella 10-punctata 95.
— 10-pustulata 121.
— septempunctata L., 87.
coccinellae D. 123.
coccinellae T, 122.
coeleste 587.
colibri A. 179.
corni A. 133.
Cryptolaemus montrouzieri 606.
Cryptophagus distinguentus 570.
Culex pipiens L. 594.
cupreus Rh. 77.
cyathigera A. 186.
Cyphoderus albinus Nic. 547, 570.

D.

Dameosoma nitens Koch. 570.
decorata E. 206, 208.
Deilephila euphorbiae 373, 437.
Dendrolimus pini L. 159, 371.
Denops albofasciata Charp. 80.
denticornis L. 453, 480.
desuetella E. 600.
devastatrix T. 585.
Dinocampus americanus Riley 123.
— coccinellae Schr. 123.
— terminatus Nees. 88, 122.
dominulus Scop. 207 208.
Dybrachys boucheanus Ratzb. 123, 348.

E.

eitelweinii 122.
elegans A. 480.
Ephestia cautella Wlk. 604.
— desuetella Walk. 600.

Ephestia elutella Hb. 604.
— kühniella Zell. 350, 597.
epilachnae T. 123.
Eriosoma crataegi Ostl. 277.
— lanigerum 264.
Euphorus sculptus Cress. 122.
Eurydema decorata H. S. 206, 207.
— dominulus Scop. 210, 211, 213.
— fieberi Fieb. 207, 211, 213.
— Lap. 206.
— oleraceum L. 122, 123, 207, 211, 213.
— ornata 211, 212.
— ventrale Klt. 207, 211, 213.
evanescens T. 348.
Exodin 149.

F.

fallax T. 177.
fascinata Ph. 88, 110, 122, 123.
festica 206.
fieberi E. 207, 208.
flaminius H. 122.
flammea P. 223,
flava H. 1.
Frankliniella intonsa Tryb. 488.
— tenuicornis Uzel. 488.
frit O. 377.
frumentaria Ph. 476.

G.

gallarum ulmi A. 121.
Galleria mellonella L. 305, 597.
Grapholitha funebrana Fr. 80.
grisella A. 304.

H.

Habrobracon juglandis 370.
Haplothrips aculeatus F. 452, 475.
hebetor M. 348.
Heterodera schachtii Schm. 388.
Heteromurus nitidus Templ. 547, 570.
Hippodamia converdens 148.
hirta T. 179.
Hohenheimer Brühe 148.
Homalotyius eitelweinii Ratzb. 122.
— flaminius Dalm. 122.
Hoplocampa apicaris W. F. Kirby. 5.
— brevis Kl. 80.
— brunnea Licht. 5.
— Fabricii W. F. Kirby. 5
— ferruginea 3.
— flava L. 1.
— fulvicornis 3, 5.
— minuta, Christ. 1, 5.
— pyricola 3.
— testudinea 4.
hyalinipennis O. 447.
Hyalopterus pruni 121, 124, 134.
Hylastes trifolii Müll. 586.
Hylotoma ferruginea F. 4, 5.
— simplex Fall. 4.
Hypogastrura armata Nic. 547, 570.
— manubrialis Tullbg. 546, 570.
— purpurascens 552.

I.

Icerya purchasi 88.
idiota P. 179.

K.

kühniella E. 597.

L.

Lachnus moravensis 394.
— Neubergi n. spec. 392, 395.
— piceae Walk 393.
— pichtae Nördl. 393.
— pineti Koch 393.
— taeniatus 395, 397.
Lakshadia albizziae 544.
— communis 542.
— mysorensis 544.
— nagoliensis 544.
— sindica 544.
Laurina 148.
lavarum T. 177.
Lepidocyrtus cyaneus Tullbg. 547, 570.
Limothrips cerealium H. 452, 453.
— denticornis H. 453, 480.
Linopodes motatorius L. 570.
litura P. 441.
Lucilia caesar L. 360.
Lyda flava F. 4.

M.

Macrosiphum pisi Kalt. 124.
— rosae 144.
maculipennis A. 592.
Mantis religiosa 123.
manubrialis H. 546.
marchicum var. atratum 587.
Melasoma aenea L 415.
mellonella G. 305, 597.
Miaster sp. 570.
Microbracon hebetor Say 348.
minuta H. 1.
minuta T. 121.
Myzus persicae 91.

N.

Nasonia brevicornis Ashm. 348, 368.
Nemeritis canescens Gray 348.
Neubergi n. spec. 392, 395.
Neue Literatur 423.
nopoiulus pulchellus Leach. 570.
Novius cardinalis 88.
nubilalis P. 444.

O.

oleracea E. 207, 208.
Olethreutes variegana Hb. 80.
Onychiurus ambulans Nic. 547, 570.
ornata L. 206, 208.
Oscinis frit L. 377.
Oxycarenus hyalinipennis Cos. 447.
Oxyomus silvestris Scop. 570.
Oxythyrea stictica L. 179.

P.

Pamphilus flavus Latr. 5.
Panolis flammea Schiff. 223, 444.
Parasitus ancoriferus Oudems 570.
— celer Koch 570.
— fossorius Berl. 570.
Parthenothrips dracaenae 483.
Pelmatopus minutus Thoms. 5.
Pentodon idiota Hbst. 179.
Personalia 417.
Pflaumensägewespe 6.
Phalacrotophora fasciata Fall. 88, 110, 122, 123.
Phalangiidae 390.
Philadelphus coronarius 148.
Philonthus spec. 570.
Phleothrips frumentaria Bel. 475.
Phyllotoma simplex Fall. 5.
Physopoden 451.
piceae L. 393
pichtae L. 393.
Pieris brassicae L. 415.
Piesma quadrata Fieb. 223.
pilosus A. 121.
pineti L. 393.
pini D. 159.
pipiens C. 594.
pisi M. 124.
Podisus serieventris 123.
Pollenia rudis F. 177.
Polychrosis botrana Schiff. 66.
pomonella C. 441.
Porcellio scaber Latr. 570.
— laevis Koch, 570.
Prodenia littoralis 610.
— litura F. 441.
Proisotoma minuta Tullbg. 547, 570.
Pseudococcus citri 448, 606.
Psylla mali 143, 222.
Pteromalinarum sp. 122.
Pyrausta nubilalis Hüb. 444.

R.

Referate 222.
Rettin 148.
Rhodophaea suavella Zck. 382.
Rhynchites cupreus L. 77.
rudis P. 177.
rufus A. 480.

S.

schachtii H. 388.
Schistocerca gregaria 434, 441.
Sciara frigida W. T. Z. 570.
— ingenua Duf. 570.
— praecox Meik. 570.
sculptus E. 122.
Scymus nubes Cascy. 91.
segetum A. 186.
Selandria ferruginea Steph. 5.
— fulvicornis Steph. 5.
seniculus A. 586.
septempunctata C. 87.
Siphonella ruficornis Mac. 62.
Sminthurus viridis 557.
Sphaeridium bipustulatum F. 570.
Stenothrips graminum 490.
stictica O. 179.
Sturmia bimaculata Htg. 177.
suavella R. 382.
Sympherobius amicus Nav. 436, 606.

T.

Tachina fallax Mg. 177.
— lavarum L. 177.
Taeniothrips atratus H. 488.
Taktin 149.
Tenthredo brunnea Klug. 5.
— ferruginea 4, O. F. Müll.
— flava L. 4.
— fulvicornis Pans. 5.
— glaucopis Rossi. 4.
— morio 2.
— parvula Lep. 5.
— ruficapilla Gm. 4.
— verticata Lep. 5.
terminatus D. 88, 122.
Testrastichus coccinellae Kurdj. 122.
— epilachnae Giard. 123.
Thrips fuscipennis H. 488
— secalina 492.
— urticae F. 488.
Thysanopteren 452.
Tmetocera ocellana F. 80.
Tomoceris vulgaris Tullbg. 547, 570.
Trichogramma evanescens Westw. 348.
trifolii H. 586.
Triphleps minuta L. 121.
tristiculum 587.
Tropinota hirta Pod 179.
Tylenchus devastatrix K. 585.
Tyroglyphus lintneri Osb. 570, 579.

U.

Urophora cuspidata Meig. 63.

V.

ventrale E. 207, 208.
Verschiedenes 399.
Vespa rufa 393.
violaceum 587.
virens A. 585.
Vomasol 149.
vomitoria C. 360, 368.

Z.

Zschachia litoralis Oudems 570.